

**MENILAI DAN MEMPREDIKSI KEPEMILIKAN RUMAH DARI
PRODUK KEUANGAN BERDASARKAN *DISCRETE TIME MARKOV*
CHAINS MENGGUNAKAN *LATENT MARKOV MODELS*
(STUDI KASUS: PT. GHANIYUN HASANUN)**



SKRIPSI

*Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar S.Mat
Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar*

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

Oleh :

HASNAENI
NIM. 60600112080

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI ALAUDDIN
MAKASSAR
2017**

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Setiap pencapaian yang telah diraih merupakan bukti dari kerja keras dan do'a yang tiada henti. Karena sesungguhnya kerja keras dan do'a lah yang merupakan kunci keberhasilan.

Kupersembahkan Tugas Akhir ini Kepada :

Bapak (Abbas) dan Mama (Hj. A. Hasnah) tercinta, yang senang tiasa menginspirasi penulis, yang tiada henti memberikan dukungan moral dan material.

Yang tidak dapat penulis ungkapkan dengan kata-kata, karena kalianlah yang telah menjadi panutan terbesarku dalam menyelesaikan tugas akhir ini

Kakakku tercinta yaitu Ahmadi Abbas, Hasanuddin, Hasriani S.Pd., Gr dan Hardianto A. Md Tra beserta keluarga besarku yang telah menjadi penyemangatku dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Sahabat-sahabatku tercinta Srie Chaerunnisa, Verawati, A. Emmi Ika Dmayanti

S. Mat, Khairul Ahluddin, dan semua anak KURVA 2012 yang selalu memberikan dorongan, semangat, motivasi dan saran dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Senior-senior yang telah memberi nasehat dan masukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Almamater UIN Alauddin Makassar

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan penuh kesadaran, penyusun yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi ini benar adalah hasil karya penyusun sendiri. Jika di kemudian hari terbukti bahwa ia merupakan duplikat, tiruan, plagiat, atau dibuat oleh orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

PENGESAHAN SKRIPSI

Skrripsi yang berjudul "Menilai dan Memprediksi Akuisisi Kepemilikan Rumah Dari Produk Keuangan Berdasarkan Discrete Time Markov Chains Menggunakan Latent Markov Models", yang disusun oleh Saudari **Hasnani**, NIM **06600112080** Mahasiswa Jurusan Matematika pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam sidang *munaqasyah* yang diselenggarakan pada hari Selasa tanggal **12 September 2017 M**, bertepatan dengan **30 Dzul-Hijjah 1438 H**, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika (S.Mat.).

Makassar, 12 September 2017 M
30 Dzul-Hijjah 1438 H

DEWAN PENGUJI

Ketua : Prof. Dr. H. Arifuddin Ahmad, M.Ag.
Sekretaris : Risnawati Ibas, S.Si., M.Si.
Munaqisy I : Irwan, S.Si., M.Si.
Munaqisy II : Khalifah Nurfadifah, S.Si., M.Si.
Munaqisy III : Muh. Rusydi Rasyid, S.Ag., M.Ed.
Pembimbing I : Fery Azisah Nurman, S.Pd., M.Pd.
Pembimbing II : Adnan Sauddin, S.Pd., M.Si.



Diketahui oleh:
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar



Prof. Dr. H. Arifuddin Ahmad, M.Ag.
NIM 196912051993031001

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala, yang telah memberikan ilmu, nikmat, limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Tak lupa pula shalawat dan salam selalu tercurahkan atas junjungan Nabi besar Muhammad Shallallahu Alaihi Wa Sallam, Nabi sebagai suri tauladan hingga akhir zaman.

Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika di Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Adapun judul dari skripsi ini adalah *“Menilai dan Memprediksi Akuisisi Kepemilikan Rumah dari Produk Keuangan Berdasarkan Discrete Time Markov Chains Menggunakan Latent Markov Model (Studi kasus: PT. Ghaniyun Hasanun)”*.

Keberhasilan penulisan skripsi ini tidak terlepas dari doa, bantuan, bimbingan serta arahan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan rasa hormat dan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada Ibunda tercinta A. Hasnah dan Ayahanda Abbas Pabi yang telah mencurahkan segenap cinta dan kasih sayang, restu serta perhatian moril, materil maupun doa atas kesuksesan dan keselamatan selama menempuh pendidikan.

Rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan pula kepada:

1. Prof. Dr. H. Arifuddin Ahmad, M.Ag, Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, terima kasih atas pemberian kesempatan pada penulis untuk melakukan studi ini,

2. Bapak Irwan, S.Si., M.Si, Ketua Jurusan Matematika sekaligus penguji pertama, terima kasih atas arahan, bimbingan, waktu dan ilmu yang diberikan dalam penyempurnaan skripsi ini,
3. Ibu Try Azisah Nurman, S.Pd., M.Pd, pembimbing pertama yang telah dengan sabar meluangkan waktu, tenaga dan pikiran memberikan bimbingan, arahan, motivasi dan saran-saran yang sangat berharga kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini,
4. Bapak Adnan Sauddin, S.Pd., M.Si pembimbing kedua yang telah dengan sabar meluangkan waktu, tenaga dan pikiran memberikan bimbingan, arahan, motivasidan saran-saran yang sangat berharga kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini,
5. Ibu Khalilah Nurfadilah, S.Si., M.Si, penguji kedua, terima kasih atas waktu dan ilmu yang diberikan dalam penyempurnaan skripsi ini,
6. Bapak Muh. Rusydi Rasyidm S. Pd., M.Ed, Penguji Ketiga, terima kasiah atas waktu, ilmu dan arahan yang diberikan dalam penyempurnaan skripsi ini.
7. Bapak/IbuDosen di Jurusan Matematika yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan ilmu, arahan dan motivasi dari awal perkuliahan hingga skripsi ini selesai,
8. Staf Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi yang selama ini telah membantu dalam pengurusan akademik dan persuratan dalam penulisan,
9. Kakakku tersayang Ahmadi Abbas, hasanuddin, Hasriani S.Pd., Gr dan Hardianto A. Md, yang selalu mendoakan kesuksesan serta menjadi penyemangat penulis,

10. Sahabatku tercinta Verawati S.Mat, A. Emmi Ika Damayanti, S.Mat., Srie Charunnisa S. Mat, Khaerul Ahluddin, yang senangtiasi membantu, memotivasi, mendoakan kesuksesan serta menjadi penyemangatku selama ini,
11. Teman-teman seperjuangan angkatan 2012 "KU12VA" yang selalu memberikan semangat dan inspirasi mulai dari awal perkuliahan hingga penulisan skripsi,
12. Kepada seluruh keluarga, sahabat dan pihak-pihak yang tidak disebutkan satu persatu, terima kasih atas segala doa dan motivasinya.

Penulis menyadari masih banyak kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu sangat diharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Makassar, Mei 2017

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

Penulis



Hasnaeri

NIM. 60600112080

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
PENGESAHAN SKRIPSI	iii
MOTTO DAN PESEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR SIMBOL.....	xii
ABSTRAK	xiv
BAB I : PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	7
C. Tujuan Penulisan.....	8
D. Manfaat Penulisan.....	8
E. Batasan Masalah.....	8
F. Sistematika Penulisan	9
BAB II : KAJIAN PUSTAKA.....	11
A. Pengertian Akuisisi	11
B. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Meningkatnya Kepemilikan Rumah	11

C. Peluang Dan Distribusi Peluang.....	14
D. Proses Stokastik Dan Markov Chains	18
BAB III : METODE PENELITIAN	39
A. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	39
B. Jenis Penelitian.....	39
C. Data dan Sumber Data.....	39
D. Populasi dan Sampel	39
E. Teknik Sampling/Teknik Pengambilan Data	39
F. Teknik Pengumpulan Data	40
G. Teknik Analisis Data Menggunakan Latent Markov Models	40
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN	41
A. Hasil	41
B. Pembahasan	63
BAB V: PENUTUP	67
A. Kesimpulan.....	67
B. Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data Transaksi PT. Ghaniyun Hasanun di Propinsi Sulawesi Selatan Tahun 2014-2016.....	41
Tabel 4.2	Nilai Peluang Akuisisi Kepemilikan Rumah	44
Tabel 4.3	Nilai Vektor Peluang Awal	48



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Sistem dengan 2 Kondisi	27
Gambar 2 Ilustrasi LMM	29



DAFTAR SIMBOL

t = *state* (keadaan)

P = peluang

n = banyak data

P_{ij} = peluang transisi dari *state i* ke *state j*

$\sum_{i=1}^n$ = jumlahan i sampai n

P_i = vektor peluang awal

ij = jumlah transisi dari *state i* ke *state j*

O = Observasi

α = nilai algoritma forward

β = nilai algoritma backward

$P(O|\lambda)$ = total observasi

v = observasi yang mungkin terjadi

X = variabel random

\hat{a}_{ij} = peluang transisi baru dari *state i* ke *state j*

\hat{b}_{ij} = peluang observasi baru *state i*, pada observasi ke k

\hat{P}_i = vektor peluang awal baru

γ = jumlah transisi dari keadaan i dalam observasi

ξ = jumlah transisi dari keadaan i ke keadaan j dalam observasi untuk prediksi variabel baru

λ = model LMM



ABSTRAK

Nama : Hasnaeni

NIM : 60600112080

Judul : Menilai dan Memprediksi Akuisisi Kepemilikan Rumah dari Produk Keuangan Berdasarkan *Discrete Time Markov Chains* Menggunakan *Latent Markov Models* (Studi Kasus: PT Ghanitun Hasanun)

Pertumbuhan ekonomi yang semakin meningkat, sangat berpengaruh terhadap permintaan kepemilikan rumah. Maka untuk dapat mengetahui perikisi akuisisi kepemilikan rumah pada setiap tahunnya dilakukan penelitian yang bertujuan untuk menilai dan memprediksi akuisisi kepemilikan rumah dari produk keuangan berdasarkan *discrete time Markov chain* pada PT. Ghaniyun Hasanun dengan menggunakan *Latent Markov Models*. State yang digunakan ada tiga yaitu tunai (t_1), tunai bertahap (t_2) dan kredit (t_3) yang diperoleh dari data transaksi akuisisi kepemilikan rumah pada tahun 2014-2016 sejumlah 102 data. Berdasarkan analisis yang dilakukan untuk mendapatkan hasil prediksi dengan *Latent Markov Models* yang meliputi \hat{A} , \hat{B} , dan \hat{P}_i dengan menggunakan algoritma *forward-backward*, dan algoritma *baum-welch* agar didapatkan prediksi LMM, $\hat{\lambda} = \hat{A}, \hat{B}, \hat{P}_i$ dengan $P(O|\hat{\lambda}) \geq P(O|P)$. Hasil penelitian menunjukkan nilai matriks $A = \begin{bmatrix} 0.4000 & 0.3000 & 0.3000 \\ 0.1000 & 0.6300 & 0.2700 \\ 0.1800 & 0.4600 & 0.3600 \end{bmatrix}$, nilai matriks $B = \begin{bmatrix} 0.4000 & 0.3000 & 0.3000 \\ 0.1000 & 0.6300 & 0.2700 \\ 0.1800 & 0.4600 & 0.3600 \end{bmatrix}$, dan nilai vektor $P_i = [0.2000; 0.4900; 0.3100]$. Dari hasil matriks transisi A, matriks emisi B dan vektor peluang awal kemudian analisis menggunakan algoritma *forward-backward* dan algoritma *baum-welch*, sehingga diperoleh nilai prediksi untuk matriks $\hat{A} = \begin{bmatrix} 0,407939 & 0,259636 & 0,332425 \\ 0,108657 & 0,609357 & 0,281986 \\ 0,200522 & 0,412955 & 0,386522 \end{bmatrix}$, matriks $\hat{B} = \begin{bmatrix} 0,782433 & 0,100375 & 0,117191 \\ 0,404069 & 0,414228 & 0,181703 \\ 0,570142 & 0,232698 & 0,197116 \end{bmatrix}$, dan $\hat{P}_i = [0,274111 \quad 0,159633 \quad 0,189365]$.

Kata kunci : Prediksi, parameter, *Latent Markov Models*, akuisisi kepemilikan rumah dari produk keuangan

BAB I

PENDAHULUAN

A. *Latar Belakang*

Pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin meningkat dari tahun 2013 ke tahun 2014 yang mencapai 3,76% pertahun. Hal ini secara langsung berakibat kepada meningkatnya permintaan kepemilikan rumah, dimana keadaan ini diikuti oleh semakin sedikitnya ketersediaan lahan untuk perumahan yang menyebabkan kecenderungan meningkatnya harga kepemilikan rumah. Keadaan tersebut tentunya berpengaruh terhadap kemampuan masyarakat untuk dapat membeli rumah, terutama bagi kalangan menengah kebawah. Oleh karena untuk memperoleh kepemilikan tidaklah mudah, apalagi pada zaman sekarang tingkat pertumbuhan penduduk yang semakin tinggi, tentu sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi yang semakin tinggi. Hal tersebut tentu sangat berpengaruh terhadap harga-harga kebutuhan pokok yang semakin tinggi yang semakin memberatkan masyarakat.

Permintaan rumah pertahun yang semakin meningkat, tentu sangat berpengaruh terhadap permintaan kepemilikan rumah, harga yang akan ditawarkan dan jenis transaksi pembayaran yang tersedia. Oleh karena itu, proses pemenuhannya perlu melibatkan peran pemerintah, masyarakat, dan investor dalam hal ini pengembang dan lembaga-lembaga pembiayaan seperti perbankan.

Disinilah peranan bank sangat dibutuhkan oleh masyarakat untuk dapat memenuhi kebutuhan kepemilikan rumah, yang biasa dikenal dengan istilah KPR

(kredit kepemilikan rumah) dan FLPP (fasilitas likuiditas pembiayaan perumahan) yang diberikan bank kepada nasabah untuk dalam memenuhi kebutuhan rumah.

Seperti yang di jelaskan pada QS Al-Baqarah/ 2: 282:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا إِذَا تَدَايَنْتُمْ بِدَيْنٍ إِلَى أَجَلٍ مُّسَمًّى فَاكْتُبُوهُ ۚ وَلْيَكْتُبَ بَيْنَكُمْ كَاتِبٌ بِالْعَدْلِ ۚ وَلَا يَأْبَ كَاتِبٌ أَنْ يَكْتُبَ كَمَا عَلَّمَهُ اللَّهُ ۚ فَلْيَكْتُبْ وَلْيُمْلِلِ الَّذِي عَلَيْهِ الْحَقُّ وَلْيَتَّقِ اللَّهَ رَبَّهُ ۚ وَلَا يَبْخَسَ مِنْهُ شَيْئًا ۚ فَإِنْ كَانَ الَّذِي عَلَيْهِ الْحَقُّ سَفِيهًا أَوْ ضَعِيفًا أَوْ لَا يَسْتَطِيعُ أَنْ يُمِلَّ هُوَ فَلْيُمْلِلْ وَلِيُّهُ بِالْعَدْلِ ۚ وَاسْتَشْهِدُوا شَهِيدَيْنِ مِنْ رِجَالِكُمْ ۖ فَإِنْ لَمْ يَكُونَا رَجُلَيْنِ فَرَجُلٌ وَامْرَأَتَانِ مِمَّن تَرْضَوْنَ مِنَ الشُّهَدَاءِ أَنْ تَضِلَّ إِحْدَاهُمَا فَتُذَكِّرَ إِحْدَاهُمَا الْأُخْرَىٰ ۚ وَلَا يَأْبَ الشُّهَدَاءُ إِذَا مَا دُعُوا ۚ وَلَا تَسْعَمُوا أَنْ تَكْتُبُوهُ صَغِيرًا أَوْ كَبِيرًا إِلَىٰ أَجَلِهِ ۚ ذَٰلِكُمْ أَقْسَطُ عِنْدَ اللَّهِ وَأَقْوَمُ لِلشَّهَادَةِ وَأَدْنَىٰ أَلَّا تَرْتَابُوا ۖ إِلَّا أَنْ تَكُونَ تِجَارَةً حَاضِرَةً تُدِيرُونَهَا بَيْنَكُمْ فَلَيْسَ عَلَيْكُمْ جُنَاحٌ أَلَّا تَكْتُبُوهَا ۚ وَأَشْهِدُوا إِذَا تَبَايَعْتُمْ ۚ وَلَا يُضَارَّ كَاتِبٌ وَلَا شَهِيدٌ ۚ وَإِنْ تَفَعَّلُوا فَإِنَّهُ فُسُوقٌ بِكُمْ ۚ وَاتَّقُوا اللَّهَ ۚ وَيُعَلِّمُكُمُ اللَّهُ ۚ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ

Terjemahnya:

Hai orang-orang yang beriman, apabila kamu bermu'amalah tidak secara tunai untuk waktu yang ditentukan, hendaklah kamu menuliskannya. dan hendaklah seorang penulis di antara kamu menuliskannya dengan benar. dan janganlah penulis enggan menuliskannya sebagaimana Allah mengajarkannya, meka hendaklah ia menulis, dan hendaklah orang yang berhutang itu mengimlakkan (apa yang akan ditulis itu), dan hendaklah ia bertakwa kepada Allah Tuhannya, dan janganlah ia mengurangi sedikitpun daripada hutangnya. jika yang berhutang itu orang yang lemah akalnya atau lemah (keadaannya) atau dia sendiri tidak mampu mengimlakkan, Maka hendaklah walinya mengimlakkan dengan jujur. dan persaksikanlah dengan

dua orang saksi dari orang-orang lelaki (di antaramu). jika tak ada dua orang lelaki, Maka (boleh) seorang lelaki dan dua orang perempuan dari saksi-saksi yang kamu ridhai, supaya jika seorang lupa Maka yang seorang mengingatkannya. janganlah saksi-saksi itu enggan (memberi keterangan) apabila mereka dipanggil; dan janganlah kamu jemu menulis hutang itu, baik kecil maupun besar sampai batas waktu membayarnya. yang demikian itu, lebih adil di sisi Allah dan lebih menguatkan persaksian dan lebih dekat kepada tidak (menimbulkan) keraguanmu. (Tulislah mu'amalahmu itu), kecuali jika mu'amalah itu perdagangan tunai yang kamu jalankan di antara kamu, Maka tidak ada dosa bagi kamu, (jika) kamu tidak menulisnya. dan persaksikanlah apabila kamu berjual beli; dan janganlah penulis dan saksi saling sulit menyulitkan. Jika kamu lakukan (yang demikian), Maka Sesungguhnya hal itu adalah suatu kefasikan pada dirimu. dan bertakwalah kepada Allah; Allah mengajarmu; dan Allah Maha mengetahui segala sesuatu.¹

Adapun makna dari ayat diatas yaitu kata *tadayantum* yang diatas diterjemahkan dengan bermuamalah, terambil dari kata *dain*. Kata *dain* memiliki banyak arti, tapi makna setiap kata yang dihimpun oleh huruf-huruf kata *dain* itu, (yakni *dal*, *ya'*, dan *nun*) selalu menggambarkan hubungan antar dua pihak, salah satunya berkedudukan lebih tinggi dari pada pihak yang lain. Kata ini antara lain bermakna utang, pembalasan, ketaatan, dan agama. Kesemuanya menggambarkan hubungan timbal balik itu, atau dengan kata lain bermuamalah yang dimaksud adalah muamalah yang tidak secara tunai, yaitu utang piutang.

Perintah menulis utang piutang dipahami oleh banyak ulama sebagai anjuran, bukan kewajiban. Demikianlah praktik para sahabat Nabi ketika itu, demikian juga yang terbaca pada ayat tersebut. Memang, sungguh sulit perintah menulis utang piutang bersifat wajib karena kepandaian tulis menulis ketika itu sangat langka. Namun demikian ayat ini mengisyaratkan perlunya belajar tulis menulis karena dalam hidup ini setiap orang dapat mengalami kebutuhan

¹Departemen Agama RI. *Al-Qur'an dan Terjemahnya* (Bogor: Syaamil Qur'an, 2007). h.48

pinjaman dan meminjamkan sebagaimana dijelaskan dalam kata adil dan diantara kamu. Dengan demikian dibutuhkan tiga kriteria bagi penulis, yaitu kemampuan menulis, pengetahuan tentang aturan serta tatacara menulis perjanjian dan kejujuran.

Ayat ini mendahulukan penyebutan adil dari pada penyebutan pengetahuan yang diajarkan oleh Allah. Ini karena keadilan, disamping menurut adanya pengetahuan bagi yang akan berlaku adil. Ketika itu, pengetahuannya akan dia gunakan untuk menutupi ketidakadilannya. Ia akan mencari celah hukum untuk membenarkan penyelewengan dan menghindari sanksi.

Selanjutnya, kepada para penulis di ingatkan agar janganlah enggan menulisnya sebagai tanda syukur sebab Allah telah mengajarnya, maka hendaklah ia menulis. Penggalan ayat ini meletakkan tanggung jawab di atas pundak penulis yang mampu, bahkan setiap orang yang memiliki kemampuan untuk melaksanakan sesuatu sesuai dengan kemampuannya. Walaupun pesan ayat ini dinilai banyak ulama sebagai anjuran, ia menjadi wajib jika tidak ada selainnya yang mampu dan, pada saat yang sama, jika hak dikhawatirkan akan terabaikan.

Setelah penjelasan tentang penulisan, maka uraian selanjutnya adalah menyangkut persaksian, baik dalam tulis menulis maupun hal lainnya. Dimana dalam ayat diatas memerintahkan dua orang saksi dimaksudkan adalah saksi-saksi lelaki yang merupakan anggota masyarakat muslim, namus jika tidak ada dua orang lelaki maka boleh seorang lelaki dan dua orang perempuan yakni yang disepakati oleh orang yang melakukan transaksi karena jika salah seorang dari saksi yang telah disepakati lupa maka masih ada seorang saksi lagi yang dapat mengingatkannya. Saksi dan penulis yang diminta atau diwajibkan untuk menulis

dan menyaksikan, tentu mempunyai aneka kepentingan pribadi atau keluarga, kehadirannya sebagai saksi dan tugasnya menulis, dapat mengganggu kepentingannya. Saksi dan penulis yang sering digunakan dalam transaksi pembelian rumah untuk kasus kredit biasanya diwakili oleh pihak bank yang ditempati oleh melakukan transaksi dan salah seorang anggota keluarga atau orang kepercayaan konsumen sendiri. Di sisi lain, mereka yang melakukan transaksi jual beli atau hutang piutang itu, dapat juga mengalami kesulitan dari para saksi dan penulis jika karena menyelewengkan kesaksian atau menyalahi ketentuan penulisan. Oleh karena itu Allah berpesan dengan menggunakan satu redaksi yang dapat dipahami sebagai tertuju kepada penulis, saksi, penjual, pembeli, sertayang berhutang dan pemberi hutang agar tidak keluar dari ketaatan kepada Allah swt atau dengan kata lain kedurhakaan. Ini berarti, siapapun yang melakukan suatu aktivitas yang mengakibatkan kesulitan bagi orang lain, maka dia dinilai durhaka kepada Allah serta keluar dari ketaatan kepada-Nya.

Ayat diatas diakhiri dengan perintah bertakwa kepada Allah yang disusul dengan mengingatkan pengajaran ilahi, merupakan penutup yang amat tepat, karena seringkali yang melakukan transaksi perdagangan menggunakan pengetahuan yang dimilikinya dengan berbagai cara terselubung untuk mencari keuntungan sebanyak mungkin. Disini peringatan tentang perlunya taqwa serta mengingat pengajaran ilahi menjadi sangat tepat.²

Semakin tingginya harga perumahan, maka peluang masyarakat semakin sedikit untuk dapat memenuhi kebutuhan konsumsi. Namun bagi masyarakat yang

²M. Quraiish Shihab, *Tafsir Almisbah Pesan, Kesan, Dan Keserasian Al-Qur'an* (Jakarta: Lentera Hati, 2002), vol.1, h. 729-733

memiliki ekonomi menengah ke atas tentunya rumah merupakan salah satu peluang investasi yang sangat menjanjikan untuk masa depan, dengan melihat kondisi permintaan akan rumah yang semakin meningkat setiap tahunnya, tentu hal tersebut akan berpengaruh terhadap harga rumah yang yang di tawarkan akan semakin meningkat.

Perubahan harga rumah yang selalu mengalami perubahan yang berfluktuasi, hal ini disebabkan karena adanya beberapa faktor diantaranya kebijakan pemerintah seperti naik turunnya tingkat suku bunga, tingkat inflasi, nilai tukar mata uang dan sebagainya. Hal tersebut dapat berulang namun tidak dapat dipastikan waktunya. Sehingga dalam penelitian ini penulis ingin mengetahui perkembangan jumlah kepemilikan rumah berdasarkan jenis transaksi yang tersedia pada setiap tahunnya.

Suatu peristiwa atau kejadian sangat erat kaitannya dengan faktor penyebab kejadiannya dan kejadian sebelumnya. Kejadian atau peristiwa yang berkaitan dengan penyebab kejadiannya dikenal dengan proses stokastik. Dimana proses stokastik berkaitan secara langsung dengan observasi yang berorientasi waktu. Misalnya permintaan produk-produk tertentu pada hari yang berturut-turut, proses kelahiran dan kematian, perpindahan merek suatu barang, pelayanan dalam antrian dan lain sebagainya. Salah satu proses stokastik yang memiliki sifat prediktif dikenal dengan rantai Markov.

Sifat prediktif tersebut dapat dipahami sebagai suatu kejadian dimasa yang akan datang yang sangat bergantung pada kejadian dimasa sekarang. Dengan demikian penyebab kejadian yang tidak dapat diamati secara langsung atau

tersembunyi dikenal dengan istilah hidden dan latent Markov, yang berpotensi membentuk rantai Markov yang membentuk hubungan antara pasangan kejadian secara berkelanjutan sehingga dapat dituliskan dengan model hidden Markov dan Latent Markov.

Namun dalam penelitian ini penulis hanya menggunakan Latent Markov Model, dimana *Latent Markov Models* merupakan model lain dari *Hidden Markov Model*. *Latent Markov Models* telah diterapkan dalam berbagai bidang ilmu seperti psikologi, sosiologi, ekonomi, dan obat-obatan. Salah satu contoh penelitian yang menggunakan model ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Francesco Bartolucci dkk pada tahun 2010 yang menerapkan Model latent Markov untuk melihat gambaran Model latent Markov untuk kategori data berkepanjangan, dan Silvia Pandolfi dkk pada tahun 2015 tentang penggunaan Lmest: sebuah paket R untuk Model latent Markov untuk kategori data berkepanjangan.

Oleh sebab itu penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang akuisisi kepemilikan rumah dari produk berdasarkan rantai Markov waktu diskrit menggunakan *Latent Markov Models*.

B. Rumusan masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengaplikasian bentuk *latent Markov models* untuk memprediksi akuisisi kepemilikan rumah dari produk keuangan berdasarkan *discrete time Markov chains*?

C. Tujuan Penulisan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan hasil analisis *latent Markov models* dalam memprediksi akusisi kepemilikan rumah dari produk keuangan berdasarkan discrete time Markov chain.

D. Manfaat Penulisan

Adapun manfaat yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi penulis

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai indikator untuk menambah wawasan untuk melakukan prediksi dalam ilmu matematika dimasa yang akan datang.

2. Bagi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar

Menambah perbendaharaan skripsi perpustakaan Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar sehingga dapat dimanfaatkan oleh mahasiswa Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar dan umum.

3. Bagi pembaca

Diharapkan dapat menjadi salah satu sumber referensi terhadap mata kuliah dan penulisan karya ilmiah.

E. Batasan Masalah

Dalam penulisan skripsi ini pembahasannya hanya dibatasi pada :

1. Pengambilan data dilakukan pada perumahan PT. Ghaniyun Hasanun

2. Rentang waktu data yang diteliti yaitu dari tahun 2014-2016
3. Data yang digunakan adalah data transaksi penjualan
4. Metode yang digunakan adalah *latent Markov models* menggunakan rantai Markov waktu diskrit untuk memodelkan prediksi akuisisi kepemilikan rumah.

F. Sistematika Penulisan

Untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai rancangan isi karya tulisan ini, secara umum dapat dilihat dari sistematika penulisan di bawah ini:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini merupakan bagian yang berisi tentang Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Batasan Masalah dan Sistematika Penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini merupakan kajian pustaka berisi hal-hal yang menjadi landasan pembahasan teori yang dikaji, yaitu, Akuisisi, Faktor-faktor yang mempengaruhi meningkatnya kepemilikan rumah, peluang dan Distribusi, Proses stokastik dan Markov chain.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini merupakan bagian metode penelitian yang digunakan oleh penulis yaitu penelitian terapan, yang bertujuan untuk mengumpulkan informasi tentang data akuisisi kepemilikan rumah yang sesuai dengan judul penelitian.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini merupakan hasil penelitian yang berisi tentang prediksi akuisisi kepemilikan rumah dengan produk keuangan dan pembahasan tentang prediksi akuisisi kepemilikan rumah dengan produk keuangan.

BAB V : PUNUTUP

Bab ini merupakan kesimpulan dari hasil penelitian dan saran peneliti saran bagi peneliti selanjutnya.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. *Pengertian Akuisisi*

Istilah akuisisi berasal dari bahasa Inggris *acquisition* yang diambil dari kata *acquire* yang berarti mendapatkan sesuatu dengan usaha atau perbuatan sendiri. Dalam praktek, istilah ini sering juga dinamakan *Take over*, yakni pengambilalihan suatu kepentingan pengendalian perusahaan oleh suatu perusahaan lain. Sedangkan dalam pengertian hukum dan bisnis yang dimaksud akuisisi adalah setiap perbuatan hukum untuk mengambil alih seluruh atau sebagian besar saham/aset dari perusahaan lain. Apabila yang diambil alih tersebut adalah saham, maka dengan akuisisi tersebut beralih pula pengendalian terhadap perusahaan target tersebut.

Akuisisi dalam teknologi bisnis merupakan pengambilalihan kepemilikan atau pengendalian atas saham atau aset suatu perusahaan oleh perusahaan lain, dan dalam peristiwa ini baik perusahaan pengambilalihan atau yang diambil alih tetap eksis sebagai badan hukum yang terpisah.³

B. *Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Meningkatnya Kepemilikan Rumah*

Perumahan atau pemukiman merupakan kebutuhan dasar manusia dan mempunyai fungsi strategis dalam peranannya sebagai pusat pendidikan keluarga, persemaian budaya dan peningkatan kualitas generasi yang akan datang.

³Alya, *Pelaksanaan Akuisisi Oleh Perusahaan Terbuka Dengan Indikasi Transaksi Material*. h. 13-14

Terwujudnya masyarakat dan sumber daya manusia yang berkualitas dapat ditandai dengan meningkatnya kualitas kehidupan layak huni.

Rumah merupakan salah satu bagian terpenting dalam kehidupan masyarakat. Dimana rumah adalah tempat berlindung dari pengaruh luar manusia, seperti iklim, musuh, penyakit, dan sebagainya. Oleh sebab itu pemerintah akan selalu mengusahakan dalam tingkat kehidupan setiap orang dengan memperhatikan selera dan kemampuan yang ada.

Menurut Departemen Pemukiman dan Tata Ruang bahwa kebutuhan akan Perumahan pada dasarnya dapat dibagi atas dua hal pokok, yaitu:

1. Kebutuhan rumah berdasarkan kecenderungan pertumbuhan penduduk secara alamiah.
2. Kebutuhan dan penyediaan rumah berdasarkan atas banyaknya rumah layak huni.⁴

Menurut Awang Firdaus menjelaskan bahwa permintaan konsumen terhadap perumahan dipengaruhi oleh fakto-faktor sebagai berikut:

a. Lokasi

Keberadaan lokasi perumahan, apakah di pusat atau di pinggir kota mempengaruhi minat konsumen dalam membeli rumah. Semakin strategis letak perumahan tersebut berarti semakin baik dan memiliki tingkat permintaan yang semakin tinggi. Faktor ekonomi dari keberadaan lokasi perumahan juga menjadi pertimbangan konsumen dalam memilih rumah yang dikehendaki.

⁴Ismi Mahardini, *Analisis Pengaruh Harga, Pendapatan, Lokasi, dan Fasilitas Terhadap Permintaan Rumah Sederhana (Studi Kasus Puri Dinar Mas Semarang)*. 2012, vol. 1, h. 27

b. Pertumbuhan Penduduk

Dengan alasan bahwa setiap orang memerlukan tempat tinggal sebagai tempat berlindung, maka setiap penambahan penduduk baik secara alami maupun non alami (karena urbanisasi) akan meningkatkan permintaan akan rumah.

c. Pendapatan konsumen

Kesanggupan seseorang dalam memiliki rumah sangat dipengaruhi oleh pendapatan yang diperolehnya. Apabila pendapatan seseorang meningkat dan kondisi perekonomian tidak terjadi resesi dan inflasi, kecenderungan untuk memiliki rumah akan meningkat baik secara kualitas maupun kuantitas.

d. Suku Bunga Pinjaman

Pada pasar properti perumahan, permintaan perumahan dipengaruhi juga oleh kebijakan pemerintah atau institusi keuangan seperti perbankan. Karakteristik pasar properti yaitu membutuhkan dana besar, menyebabkan konsumen sangat tergantung pada kemudahan pendanaan. Kemudahan pendanaan ini dapat berupa fasilitas kredit pinjaman., penurunan tingkat suku bunga pinjaman, dan jangka waktu pelunasan pinjaman. Apabila kemudahan tersebut dapat diperoleh konsumen, dipercaya permintaan akan rumah oleh konsumen akan semakin bertambah. Sebaliknya jika syarat mendapatkan pinjaman sangat ketat, atau suku bunga pinjaman yang tinggi akan menurunkan permintaan rumah oleh masyarakat.

e. Fasilitas dan Sarana Umum

Fasilitas disini meliputi fasilitas umum dan fasilitas sosial, diantaranya infrastruktur, sarana pendidikan, kesehatan, keagamaan, sarana transportasi, dan

lain-lain. Keberadaan fasilitas tersebut membangun serta menarik minat investor yang selanjutnya akan meningkatkan permintaan akan rumah di kawasan tersebut.

f. Harga Pasar Rumah

Seperti dalam hal teori permintaan dan penawaran, semakin tinggi harga barang akan mengakibatkan penurunan permintaan akan barang yang dimaksud. Apabila harga rumah menengah ke atas, sementara kecenderungan memiliki rumah dengan harga tersebut akan berkurang dan permintaan akan beralih ke rumah dengan harga yang lebih rendah.

g. Undang-undang

Peraturan tentang jenis hak penggunaan lahan/tanah yang membatasi hak atas tanah tersebut turut menjadi faktor yang mempengaruhi permintaan konsumen akan rumah. Demikian juga dengan peraturan lain seperti peraturan perpajakan (PBB dan BPHTB) turut menjadi faktor yang menjadi pertimbangan konsumen dalam membeli rumah.⁵

C. *Peluang dan Distribusi Peluang*

1. *Peluang*

Peluang adalah angka yang menunjukkan kemungkinan terjadinya suatu kejadian. Nilainya antara 0 dan 1 yang menggambarkan besarnya kesempatan untuk munculnya suatu kejadian tertentu. Istilah lain dari peluang adalah probabilitas. Probabilitas suatu kejadian adalah 1, dinotasikan $P(S) = 1$, sedangkan probabilitas kejadian yang mustahil terjadi atau probabilitas

⁵ Stefandy Dengah dkk, *Analisis Pengaruh Pendapatan Perkapita dan Jumlah Penduduk Terhadap Permintaan Prumahan Kota Manado Tahun 2003-2012*. h. 73-74

kemustahilan adalah 0, dinotasikan $P(\emptyset) = 0$. Secara lengkap, nilai probabilitas suatu kejadian A , dinotasikan dengan $P(A)$, adalah $0 \leq P(A) \leq 1$.⁶

Peluang terjadinya suatu peristiwa dinyatakan oleh hasil bagi bilangan kardinal dari himpunan yang menyatakan peristiwa itu, dibagi dengan bilangan kardinal ruang sampel. Misalkan S adalah suatu ruang sampel dari suatu eksperimen acak dan A adalah ruang kejadiannya. Peluang suatu kejadian A ditulis $P(A)$ dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$P(A) = \frac{n(A)}{n(S)} \quad (1)$$

dimana $n(A)$ menyatakan banyaknya anggota dari himpunan A dan $n(S)$ menyatakan banyaknya anggota ruang sampel.

Sifat penting dari suatu kejadian A atau $P(A)$ yaitu:

- a. Nilai peluang kejadian A selalu berada pada selang $[0,1]$ atau $0 \leq P(A) \leq 1$
- b. Nilai peluang dari peristiwa yang tidak mungkin terjadi adalah 0 atau

$$P(\emptyset) = 0$$

- c. Nilai peluang suatu peristiwa yang pasti terjadi adalah satu atau $P(S) = 1$.

2. **Peluang bersyarat**

Peluang bersyarat adalah peluang terjadinya peristiwa-peristiwa tertentu yang telah terjadi atau diperkirakan telah terjadi dalam suatu percobaan.

Definisi 1

Jika A dan B adalah dua peristiwa yang masing-masing merupakan himpunan bagian dari ruang sampel S , peluang bersyarat terjadinya A dengan

⁶Melsi Diansa Putri, *Model Hidden Markov Pada Prediksi Harga Beras Dan Perpindahan Konsumen Beras Di Kota Solok Provinsi Sumatera Barat*. Mahasiswa Program Magister Matematika Universitas Brawijaya Malang: 2014, vol 1, h.3

syarat B ditulis dengan $P(A|B)$ yang dibaca peluang terjadinya peristiwa A jika diketahui bahwa peristiwa B telah terjadi, dan dapat dibaca singkat dengan peluang A dengan Syarat B. Rumus peluang bersyarat tersebut dinyatakan oleh:

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} \quad (2)$$

Jika $P(B) > 0$, dan sama dengan nol jika $P(B) = 0$

Keadaan ini hanya berlaku apabila $P(B) \neq 0$. Karena jika $P(B) = 0$ maka $P(A|B)$ tidak terdefinisi untuk keadaan dimana kejadian A dan B independen, maka dapat dinyatakan:

$$P(A \cap B) = P(B)P(A|B)$$

$$P(A \cap B) = P(A)P(B)$$

Karena $P(A|B) = P(A)$

Misalkan x dan y adalah variabel acak diskrit, peluang bersyarat dari x jika diberikan $Y = y$ adalah $P(x|y) = P(X = x|Y = y)$ maka, PDF dari variabel acak dari x dan y adalah

$$P(X = x, Y = y)$$

$$E(x|Y = y) = \sum_x xP(x|Y = y)$$

3. *Distribusi peluang*

Berdasarkan karakteristik peubah acaknya, distribusi peluang dapat dibedakan menjadi dua, yakni distribusi peluang diskrit dan distribusi peluang kontinyu.

3.1 Distribusi Peluang Diskrit

Distribusi peluang diskrit adalah distribusi peluang dimana semesta peubah acaknya dapat dihitung atau berhingga, misalnya peubah acak sebuah lemparan dadu bernilai 1 hingga 6. Apabila himpunan pasangan terurut $(x, f(x))$ merupakan suatu fungsi peluang, fungsi massa peluang, atau distribusi peluang peubah acak diskrit x maka untuk setiap kemungkinan hasil x berlaku:

$$f(x) \geq 0$$

$$\sum f(x) = 1$$

$$P(X = x) = f(x)$$

3.2 Distribusi Peluang Kontinyu

Distribusi peluang kontinyu adalah peubah acak yang dapat memperoleh semua nilai pada skala kontinyu. Ruang sampel kontinyu adalah bila ruang sampel mengandung titik sampel yang tak terhingga banyaknya. Syarat dari distribusi kontinyu adalah apabila fungsi $f(x)$ adalah fungsi padat peluang peubah acak kontinyu X yang didefinisikan di atas himpunan semua bilangan riil R bila:

$$3.2.1.1 \quad f(x) \geq 0 \text{ untuk semua } x \in R$$

$$3.2.1.2 \quad \int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 1$$

$$3.2.1.3 \quad P(a < X < b) = \int_a^b f(x) dx^7$$

⁷Muhammad Arif Tiro dkk, *Pengantar Teori Peluang* (Makassar: Andira Publisher, 2008). h. 217

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan oleh penelitian sebelumnya, maka distribusi yang dapat digunakan pada proposal ini yaitu distribusi bersyarat seperti yang dijelaskan.

D. Proses Stokastik dan Markov Chains

1. Proses Stokastik

Suatu proses stokastik $X = \{X(t), t \in T\}$ adalah kumpulan dari variabel acak (random), sehingga $\forall t \in T \rightarrow X(t)$ adalah variabel random. Kita sering menginterpretasikan t adalah waktu dan $X(t)$ yaitu keadaan yang terjadi pada saat t . Jika nilai dari himpunan T adalah himpunan yang dapat dihitung maka X disebut proses stokastik status ruang diskrit dan jika t berlanjut atau kontinu maka disebut dengan proses status ruang kontinu.

Definisi 3

Proses stokastik adalah kumpulan dari beberapa variabel random $\{X_t(s) | t \in T, s \in S\}$, dengan T adalah himpunan indeks dan S adalah ruang sampel dari variabel random. Untuk setiap t tertentu, $X_t(s)$ dinyatakan suatu variabel random yang didefinisikan pada S . Untuk setiap $s \in S, X_t(s)$ berhubungan dengan fungsi yang didefinisikan pada T yang disebut lintasan sampel.

Himpunan indeks T sering dinyatakan sebagai himpunan waktu. Jika $T = \{0, 1, 2, \dots\}$, proses stokastik dikatakan sebagai proses stokastik dengan waktu diskrit, sedangkan ketika $T = [0, \infty)$ proses stokastik dikatakan sebagai proses stokastik dengan waktu kontinu. Namun pada penelitian ini metode yang akan digunakan hanya berfokus pada waktu diskrit saja.

Sebuah proses stokastik $\{X_t, t = 0, 1, 2, \dots\}$ yang mengambil jumlah terbatas atau dihitung dari nilai yang tepat. Kecuali jika tidak dinyatakan dalam keadaan lain, kumpulan dari nilai yang mungkin akan di proses, dapat dilambangkan dengan himpunan bilangan bulat non negatif $\{0, 1, 2, \dots\}$. Jika $X_t = i$, maka proses ini dikatakan dalam keadaan i pada waktu t . Kita menganggap bahwa setiap kali proses ini dalam keadaan i ada kemungkinan tetap pada P_{ij} . Bahwa selanjutnya akan berada dalam keadaan j . Kita menganggap bahwa:

$$P\{X_{t+1} = j | X_t = i, X_{t-1} = i_{t-1}, \dots, X_i = i_1, X_0 = i_0\} = P_{ij} \quad (3)$$

Untuk setiap keadaan $i_0, i_1, i_2, \dots, x_{t+1}, i, j$ dan semua $t \geq 0$. Suatu proses stokastik yang dikenal sebagai rantai Markov.

2. Rantai Markov

Rantai markov adalah suatu teknik yang digunakan dalam menganalisis perilaku saat ini dari beberapa variabel dengan tujuan untuk memprediksi perilaku variabel yang sama pada masa mendatang.

Rantai Markov adalah suatu teknik matematika yang biasa digunakan untuk melakukan pembuatan model (*modelling*) bermacam-macam sistem dan proses bisnis. Teknik ini dapat digunakan untuk meramalkan perubahan-perubahan diwaktu yang akan datang pada variabel dinamis berdasarkan hasil pengamatan pada variabel-variabel tersebut dimasa yang lalu. Teknik ini mula-mula digunakan untuk menganalisis dan memperkirakan perilaku partikel-partikel gas dalam suatu wadah (*container*) tertutup serta meramalkan keadaan cuaca. Sebagai suatu peralatan riset operasi dalam pengambilan keputusan manajerial,

rantai markov telah banyak diterapkan untuk menganalisis perpindahan merek (brand switching). Perencanaan penjualan, masalah-masalah persediaan, pemeliharaan mesin, antrian, perubahan harga pasar saham, administrasi rumah sakit, dan sebagainya.⁸

Rantai markov dapat diaplikasikan untuk sistem diskrit (*discrete sytem*) ataupun sistem kontinyu (*continuous sytem*). Sistem diskrit adalah sistem yang perubahan kondisinya (state) dapat diamati/terjadi secara diskrit. Sedangkan sistem kontinyu adalah sistem yang perubahan kondisi dan perilaku sistem terjadi secara kontinyu.

Ada beberapa syarat agar metode Rantai Markov dapat diaplikasikan dalam evaluasi keandalan sistem yaitu sistem harus *stationery* atau homogen, artinya perilaku sistem selama disepanjang waktu atau peluang transisi sistem dari satu kondisi ke kondisi lainnya akan selalu sama disepanjang waktu dan identifiable atau kondisi yang memungkinkan terjadi pada sistem harus dapat diidentifikasi dengan jelas. Apakah sistem memiliki dua kondisi yakni kondisi beroperasi dan kondisi gagal.⁹

a. Definisi Rantai Markov

Pada tahun 1906, A.A Markov seorang ahli matematika dari Rusia yang merupakan murid Chebysev mengemukakan teori ketergantungan variabel acak dari proses acak yang dikenal dengan proses Markov. Proses Markov merupakan

⁸Arni Yunita, *Simulasi Hujan Harian Di Kota Pekanbaru Menggunakan Rantai Markov Orde Tinggi*, Jurusan Matematika Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasin Riau Pekanbaru, 2014. h.7

⁹Sri Nawangsari dkk, *Konsep Markov Chains Untuk Menyelesaikan Prediksi Bencana Alam Di Wilayah Indonesia Dengan Studi Kasus Kotamadya Jakarta Utara*, Jurusan Manajemen, Universitas Gunadarma, Indonesia, 2008. h.1

fenomena dimana kejadian masa yang akan datang hanya dipengaruhi oleh masa sekarang dan tidak dipengaruhi oleh masa lalu.¹⁰

Rantai Markov sebenarnya merupakan bentuk khusus dari model probabilitas yang melibatkan waktu dan lebih dikenal sebagai proses Stokastik. Rantai Markov merupakan proses Stokastik dari variabel-variabel acak $\{X_t; t = 0, 1, 2, 3, \dots\}$ yang membentuk suatu deret dan memenuhi sifat Markov.

Secara umum, bentuk markov adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P(X_{t+1} = j | X_1 = i_1, X_2 = i_2, \dots, X_{t-1} = i_{t-1}, X_t = i) \\ = P(X_{t+1} = j | X_t = i) \end{aligned} \quad (4)$$

Dimana:

i = state ke i

j = state ke j

t = waktu

Persamaan diatas disebut sebagai properti Markov untuk mempelajari keadaan proses pada kurun waktu berikutnya, sebut $t + 1$, kita hanya perlu melihat keadaan t .

b. Sifat Markov

Rantai markov mempunyai sifat sebagai berikut proses stokastik $\{X_t\}$ dikatakan memiliki sifat markov jika $P\{X_t = j | X_0 = s_0, X_1 = s_1, \dots, X_{t-1}, X_t = i\} = P\{X_{t+1} | X_t = i\}$ untuk $t = 0, 1, \dots$, setiap urutan $i, j, s_1, \dots, s_{t-1}$. Sifat markov ini menyatakan bahwa peluang bersyarat dari kejadian mendatang

¹⁰Rosyid Suryandru, *Estimasi Model Terbaik Gempa Bumi Menggunakan Poisson Hidden Markov Models Dan Algoritma EM* (Studi Kasus: Banyaknya Gempa Bumi di Wilayah Sumatera Barat sampai Nusa Tenggara Timur), Universitas Syarif Hidayatullah Jakarta, 2015. h.12

dengan kejadian masa lampau dan state saat ini adalah independent terhadap kejadian di waktu lalu dan hanya bergantung pada keadaan saat ini.

Seperti yang telah dijelaskan dalam QS Al- Hajj/ 22: 5:

يَا أَيُّهَا النَّاسُ إِن كُنْتُمْ فِي رَيْبٍ مِّنَ الْبَعْثِ فَإِنَّا خَلَقْنَاكُمْ مِّن تُّرَابٍ ثُمَّ مِّن نُّطْفَةٍ ثُمَّ مِّن عَلَقَةٍ ثُمَّ مِّن مُّضْغَةٍ مُّخَلَّقَةٍ وَغَيْرِ مُخَلَّقَةٍ لِّنُبَيِّنَ لَكُمْ ۚ وَنُقِرُّ فِي الْأَرْحَامِ مَا نَشَاءُ إِلَىٰ أَجَلٍ مُّسَمًّى ثُمَّ نُخْرِجُكُمْ طِفْلًا ثُمَّ لِّتَبْلُغُوا أَشُدَّكُمْ ۖ وَمِنْكُمْ مَّن يَمُوتُ ۚ وَمِنْكُمْ مَّن يُرَدُّ إِلَىٰ أَرْدَلِ الْعُمَرِ لِكَيْلَا يَعْلَمَ مِن بَعْدِ عِلْمٍ شَيْئًا ۚ وَتَرَى الْأَرْضَ هَامِدَةً فَإِذَا أَنزَلْنَا عَلَيْهَا الْمَاءَ اهْتَزَّتْ وَرَبَتْ وَأَنْبَتَتْ مِن كُلِّ زَوْجٍ بَهِيجٍ ﴿٥﴾

Terjemahnya:

Hai manusia, jika kamu dalam keraguan tentang kebangkitan (dari kubur), Maka (ketahuilah) Sesungguhnya kami Telah menjadikan kamu dari tanah, Kemudian dari setetes mani, Kemudian dari segumpal darah, Kemudian dari segumpal daging yang Sempurna kejadiannya dan yang tidak sempurna, agar kami jelaskan kepada kamu dan kami tetapkan dalam rahim, apa yang kami kehendaki sampai waktu yang sudah ditentukan, Kemudian kami keluarkan kamu sebagai bayi, Kemudian (dengan berangsur-angsur) kamu sampailah kepada kedewasaan, dan di antara kamu ada yang diwafatkan dan (adapula) di antara kamu yang dipanjangkan umurnya sampai pikun, supaya dia tidak mengetahui lagi sesuatupun yang dahulunya Telah diketahuinya. dan kamu lihat bumi Ini kering, Kemudian apabila Telah kami turunkan air di atasnya, hiduplah bumi itu dan suburlah dan menumbuhkan berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang indah.¹¹

Adapun makna dari ayat diatas menyebutkan perihal orang yang ingkar kepada hari berbangkit dan tidak percaya kepada adanya hari kemudian, Allah Swt. Menyebutkan hal-hal yang menunjukkan kekuasaan-Nya dalam menghidupkan segala sesuatu yang telah mati melalui bukti yang nyata pada

¹¹Departemen Agama RI. *Al-Qur'an dan Terjemahnya* (Bogor: Syaamil Al-Qur'an, 2007). h. 332

permulaan kejadian manusia yaitu hari kemudian dimana semua roh dan jasad menjadi satu dan bangkit hidup kembali kelak di hari kiamat.

Asal mula kejadian kalian adalah dari tanah; yaitu asal mula penciptaan Adam a.s., nenek moyang mereka, kemudian keturunannya diciptakan dari air mani yang hina.

Demikian itu apabila *nutfah* telah terdiam di dalam rahim wanita selama empat puluh hari. Selama itu ia mengalami pertumbuhan, kemudian bentuknya berubah menjadi darah kental dengan seizin Allah. Setelah berlalu masa empat puluh hari lagi, maka berubah pula bentuknya menjadi segumpal daging yang masih belum berbentuk dan belum ada rupanya. Kemudian dimulailah pembentukannya, yang dimulai dari kepala, kedua tangan, dada perut, kedua paha, kedua kaki dan anggota lainnya. Adakalanya seorang wanita mengalami keguguran sebelum janinnya mengalami pembentukan, dan adakalanya keguguran terjadi sesudah janin terbentuk berupa manusia. Apabila telah berlalu masa empat puluh hari dalam keadaan berupa segumpal daging, maka Allah mengutus seorang malaikat kepadanya.

Ayat diatas menjelaskan tentang asal kejadian manusia meskipun sesungguhnya Dia mampu menciptakan menjadi manusia dalam sekejap, akan tetapi untuk menerangkan sempunya kebijaksanaan-Nya, kekuasaan-Nya dan Rahmat-Nya. Demikian pula agar mereka dapat mengetahui bahwa Dia mampu menciptakan mereka kembali setelah mati.¹²

¹² M. Quraiish Shihab, *Tafsir Al-mishbah Pesan, Kesan, Dan Keserasian Al-Qur'an* (Jakarta: Lentera Hati, 2002), vol. 8, h. 154-155

Seperti halnya dengan sifat Rantai Markov yang menjelaskan tentang suatu kejadian yang akan datang hanya dipengaruhi oleh keadaan sekarang dan bukan kejadian sebelumnya. Begitupun ayat diatas yang menerangkan tentang proses terciptanya manusia, dimana dalam proses tersebut terdapat keadaan-keadaan yang saling berhubungan satu sama lain sesuai dengan proses yang telah ditentukan.

Peluang bersyarat $P\{X_{t+1} = j | X_t = i\}$ untuk rantai markov disebut peluang transisi jika untuk setiap i dan j memiliki

$$P\{X_{t+1} = j | X_t = i\} = P\{X_1 = j | X_0 = i\}.^{13} \quad (5)$$

c. Asumsi-asumsi Dasar Rantai Markov

Penggunaan rantai Markov terhadap suatu masalah memerlukan pemahaman tentang tiga keadaan yaitu keadaan awal, keadaan transisi dan keadaan setimbangnya. Dari ketiga keadaan diatas, keadaan transisi merupakan yang terpenting. Oleh karena itu asumsi-asumsi dalam rantai Markov hanya berhubungan dengan keadaan transisi.

Asumsi-asumsi dalam rantai markov adalah sebagai berikut:

1. Jumlah probabilitas transisi keadaan adalah 1
2. Probabilitas transisi tidak berubah selamanya
3. Probabilitas transisi hanya bergantung pada status sekarang bukan periode sebelumnya.

¹³Ernawati, *Prediksi Pergerakan Harga IHSG Menggunakan Hidden Markov Model*, Semarang, 2015, vol. 1, h.1

d. Matriks Probabilitas Transisi

Jika sebuah rantai Markov $\{X_t, t = 0, 1, 2, \dots\}$ dengan state $\{0, 1, 2, \dots, j\}$, maka peluang sistem dalam state i pada suatu state j pada pengamatan sebelumnya dilambangkan dengan P_{ij} dan disebut peluang transisi dari state i ke state j . P_{ij} adalah suatu probabilitas bersyarat yaitu probabilitas bahwa variabel acak X bermula pada keadaan i akan berada pada keadaan j pada langkah berikutnya jika diketahui probabilitas proses berada dalam keadaan i . Probabilitas bersyarat biasanya juga disebut probabilitas transisi.

Untuk menyatakan probabilitas transisi rantai Markov dapat dinyatakan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$P = \begin{bmatrix} p_{00} & p_{01} & \cdots & p_{0j} \\ p_{10} & p_{11} & \cdots & p_{1j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{i0} & p_{i1} & \cdots & p_{ij} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Dimana elemen-elemen dari matriks transisi P bernilai tak negatif ($P_{ij} \geq 0$, untuk setiap $i, j = 0, 1, 2, \dots$) dan jumlah elemen-elemen baris di matriks peluang transisi adalah 1 ($\sum_{j=0}^{\infty} P_{ij} = 1$, untuk setiap baris $i = 0, 1, 2, \dots$).¹⁴

e. Keadaan Awal Rantai Markov

Selain peluang transisi, rantai Markov juga ditentukan melalui distribusi peluangnya. Untuk rantai Markov dengan ruang parameter diskrit, distribusi peluang di waktu ke t atau π adalah:

¹⁴ Dennis G. Allo, dkk, *Analisis Rantai Markov Untuk Mengetahui Peluang Perpindahan Merek Kartu Seluler Pra Bayar GSM (Studi Kasus Mahasiswa Fakultas Pertanian Unsrat Manado)*. Jurusan Matematika, FMIPA, UNSRAT, Manado, 2013. h.1

$$\pi = \{P_j : j = 1, 2, 3, \dots, n\}$$

Dimana

$$P_j = P(X_t = j) \text{ dan } \sum_{i=1}^n \pi_i = 1 \quad (7)$$

Dengan kata lain, distribusi peluang π menyatakan proporsi dari keadaan proses waktu ke t .

Pada sistem rantai markov, terdapat nilai peluang yang menggambarkan masing-masing keadaan (*state*) yang disusun kedalam sebuah vektor distribusi peluang transisi. Vektor distribusi peluang transisi diawal dapat dibentuk dari data periode awal dengan cara menjumlahkan banyaknya jumlah data pada state i dibagi dengan jumlah keseluruhan data. Jika keadaan awal disimbolkan dengan P_i dan jumlah keseluruhan data disimbolkan dengan N , maka secara umum

$$P = \frac{\sum i}{\sum N} \quad (8)$$

dengan : $i = 0, 1, 2$. Sehingga dapat dibentuk menjadi vektor peluang awal

$$P = [p_{1j} \quad p_{2j} \quad p_{3j}] \quad (9)$$

Nilai vektor awal dan matrikas peluang transisi pada periode ke- n dinotasikan dengan $P_j(n)$. Didapat berdasarkan perkalian vektor distribusi peluang transisi diawal periode dengan matriks peluang transisi pangkat n yaitu:

$$P_j(n) = P_j P^n \text{ atau } P_j(n+1) = P_j(P)^{15} \quad (10)$$

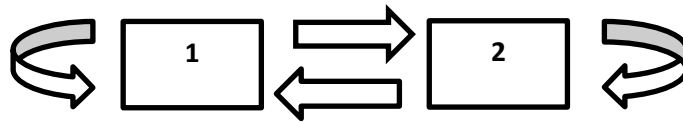
3. Konsep Pemodelan

Dalam konsep pemodelan rantai Markov, suatu sistem diwakili oleh dua kondisi (*state*) teridentifikasi, dan diberi nama kondisi 1 dan kondisi 2. Peluang

¹⁵Ahmad Hidayat dkk, *Prediksi Jumlah Lulusan dan Predikat Kelulusan Mahasiswa FMIPA UNTAN Angkatan 2013/2014 Dengan Metode Rantai Markov*. Buletin Ilmiah Math. Stat. Dan Terapannya (Bimaster). 2015, vol.4 No.3. h. 349

transisi dari suatu kondisi ke kondisi lainnya ataupun peluang tetap berada pada kondisi semula. Peluang transisi ini akan sama disepanjang waktu (*stationery*).

Hal ini dijelaskan dalam gambar sebagai berikut:



Gambar 1. Sistem dengan 2 kondisi¹⁶

4. Persamaan Chapman-Kolmogorov

Persamaan Chapman Kolmogorov merupakan sebuah metode menghubungkan peluang peralihan k langkah yang berurutan. Sehingga dapat menghitung peluang peralihan k langkah digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P_{ij}^{k+m} &= \sum_{t=0}^{\infty} P_{it}^{(k)} P_{tj}^{(m)} \\
 &= P(X_{k+m} = j | X_0 = i) \\
 &= P(X_{k+m}, X_k | X_0) \\
 &= P(X_{k+m} = j | X_k = t) P(X_k = t | X_0 = i) \\
 &= \sum_{t=0}^k P_{tj}^{(k+m-k)} P_{it}^{(k-0)} \\
 &= \sum_{t=0}^k P_{tj}^{(m)} P_{it}^{(k)} \\
 &= \sum_{t=0}^k P_{it}^{(k)} P_{tj}^{(m)}
 \end{aligned} \tag{11}$$

¹⁶Mustakim dan Eki Saputra, *Aplikasi Prediksi Hasil Tanaman Pala Wija Di Kabupaten Indragiri Hilir Menggunakan Metode Markov Chains*, Jurusan Sistem Informasi Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Suska Riau, 2012. vol.9. h.3

Dimana:

P_{it}^k = Peluang bahwa rantai Markov bergerak dari state i ke state t setelah k langkah dan diketahui sebelumnya telah berada dalam state i.

P_{tj}^m = Peluang bahwa rantai Markov bergerak dari state t ke state j setelah m langkah dan diketahui sebelumnya telah berada dalam state t.

P_{ij}^{k+m} = Peluang bahwa rantai Markov bergerak dari state i akan berpindah ke state j setelah k+m langkah dengan keadaan sebelumnya pada i.

Untuk peluang bersyarat dari peubah acak X yang dimulai dari keadaan i ke keadaan j setelah k-langkah dan selama membuat transisi ke da;am beberapa keadaan P_{ij}^k harus memenuhi:

- $P_{ij}^k \geq 0$ untuk semua $i = j = n = 0, 1, 2, \dots, n$
- $\sum_{j=0}^n P_{ij}^k = 1$ untuk semua i

Notasi peluang transisi bersyarat k-langkah dinyatakan dalam matriks berikut:

$$P^k = \begin{bmatrix} P_{00}^k & P_{01}^k & \cdots & P_{0n}^k \\ P_{10}^k & P_{11}^k & \cdots & P_{1n}^k \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{m0}^k & P_{m1}^k & \cdots & P_{mn}^k \end{bmatrix} \quad (12)$$

Jika kita berikan $P^{(k)}$ yang menunjukkan probabilitas k langkah P_{ij}^k , pada persamaan 10 menyatakan bahwa:

$$P^{(k+m)} = P^n \cdot P^m \quad (13)$$

Dimana merupakan titik perkalian matriks, oleh karena itu

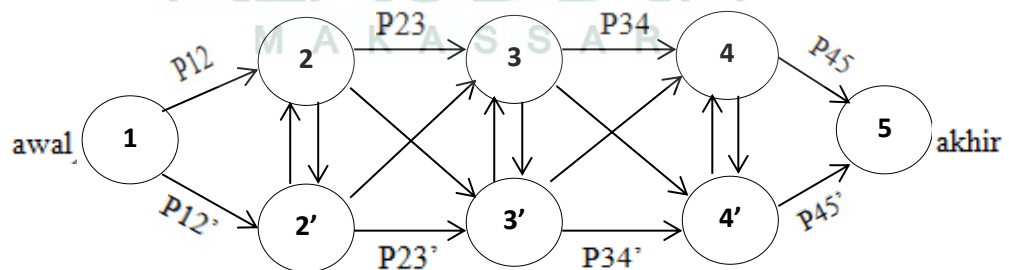
$$P^k = P.P^{(k-1)} = P.P.P^{(k-2)} = \dots = P^k \quad (14)$$

Jika $P^{(k)}$ dapat dikalikan dengan mengalikan matriks P dengan dirinya sendiri sebanyak k kali. Keadaan j dikatakan accessible dari keadaan i jika untuk $k \geq 0$, $P_{ij}^k > 0$. Keadaan i dan j accessible untuk masing-masing saling berkomunikasi. Dan ditulis $i \leftrightarrow j$.¹⁷

5. Latent Markov Model

Latent Markov Model adalah sebuah proses stokastik ganda dimana salah satu prosesnya tidak dapat diobservasi (*latent*). Proses yang tidak dapat diobservasi ini hanya dapat diobservasi melalui proses yang dapat diobservasi. Jika $X = \{X_1, X_2, \dots, X_T\}$ adalah sebuah proses Markov, dan $O = \{O_1, O_2, \dots, O_T\}$ adalah sebuah fungsi dari X , maka X adalah sebuah latent Markov Model yang dapat diobservasi melalui O , atau dapat ditulis $O = f(X)$ untuk suatu fungsi f . Parameter X menyatakan *state process* yang tersembunyi (*latent*), sementara parameter O menyatakan proses observasi yang dapat diobservasi.

Untuk ilustrasi LMM dapat dilihat pada gambar berikut,



Gambar 2. Ilustrasi LMM

¹⁷ Syafruddin S dkk, *Aplikasi Analisis Rantai Markov untuk Memprediksi Status Pasien Rumah Sakit Umum Daerah Kabupaten Barru*. vol.1. h.316

Diberikan asumsi model LMM sederhana seperti berikut:

Model Markov tersembunyi dapat dianggap sebagai generalisasi dari model Mixture dimana variabelnya tersembunyi (variabel latent), yang mengendalikan model Mixture yang akan dipilih untuk setiap pengamatan. Baru-baru ini, model markov tersembunyi telah digeneralisasikan untuk model Markov berpasangan, model markov triple dan permodelan data stasioner.¹⁸

Sebuah model Markov tersembunyi dapat dikarakteristikkan dengan parameter sebagai berikut:

- a. N adalah banyaknya jumlah state dalam model yang tidak terobservasi (tersembunyi), dengan ruang keadaan $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ dan state pada waktu t dinyatakan dengan X_t .
- b. $A = [P_{ij}]$, himpunan distribusi kemungkinan perpindahan state (transition probability matrix/ matriks peluang transisi). Dimana P_{ij} adalah elemen dari A yang merupakan peluang bersyarat dari keadaan X_{t+1} , jika diketahui keadaan X pada saat t , atau $P_{ij} = P(X_{t+1} = j | X_t = i)$; $1 \leq i, j \leq N$. Karena itu A berukuran $N \times N$. Perlu diingat bahwa $P_{ij} \geq 0$ untuk setiap $1 \leq i, j \leq N$ dan $\sum_{j=1}^N P_{ij} = 1$ untuk setiap $1 \leq i \leq N$, artinya jumlah elemen setiap baris adalah 1.
- c. M adalah banyaknya elemen keadaan yang terobservasi, nilai M umumnya tetap ditentukan oleh si pengamat, tetapi juga bisa dimisalkan sebagai variabel acak.

¹⁸Ernawati, *Prediksi Pergerakan Harga Ihsng Menggunakan Hidden Markov Models*. Semarang: 2015, vol 1. h. 3

- d. $B = [b_i(k)]$ adalah distribusi peluang observasi pada saat t berada pada state i yang dapat disebut juga sebagai (emmission probability matrix/ matriks peluang bersyarat).

Dimana

$$b_i(k) = P(O_t = k | X_t = i), 1 \leq j \leq N, 1 \leq k \leq M \quad (15)$$

Dimana

k adalah observasi pada waktu ke- t bernilai k . Jadi B berukuran $N \times M$, dan seperti matriks A , jumlah elemen setiap baris adalah 1.

- e. $\pi = [\pi_i]$ adalah himpunan distribusi peluang state awal $\pi_i = P(X_i = i), 1 \leq i \leq N$.¹⁹

Bila diketahui suatu model $\lambda = (A, B, \pi)$ dan sebuah barisan observasi $O = \{O_1, O_2, \dots, O_T\}$. Kemudian akan dihitung peluang bersyarat observasi maka dapat ditulis sebagai berikut:

$$P(O|\lambda) = \sum_x P(O|X, \lambda) P(X|\lambda) = \sum_x P(X|\lambda) \prod_{t=1}^T P(O_t|X_t, \lambda) \quad (16)$$

Jika $X = \{X_1, X_2, \dots, X_T\}$ adalah barisan observasi $P(O|X, \lambda)$ dimana peluang barisan O untuk suatu barisan state, X , dan $P(X|\lambda)$ merupakan peluang dari X bila diberikan sebuah model. Oleh karena itu dalam model Latent Markov barisan observasi dapat diasumsikan independen, maka diperoleh:

$$P(O|X, \lambda) = \prod_{t=1}^T P(O_t|X_t, \lambda) = b_1(O_1), b_2(O_2), \dots, b_T(O_T)$$

$$P(X|\lambda) = \pi(0) a_{11}, a_{12}, a_{23}, \dots, a_{T-1,T} \quad (17)^{20}$$

¹⁹Mohamadhar, *Hidden Markov Model*. Semarang: 2007, vol.3. h. 12-13

²⁰Jay Magidson dkk, *Using Mixture Latent Markov Models For Analyzing Change With Lontitudinal Data*, University of Connecticut. 2013, h. 5

Untuk menghitung $P(O|\lambda)$ diperlukan $2T.N^T$ kali operasi perhitungan, dengan N^T adalah kemungkinan *state latent* yang terjadi jika barisan observasi sepanjang T dan latent statenya sebanyak N .

Dalam kasus model markov tersembunyi, untuk menyelesaikan masalah evaluasi biasanya digunakan algoritma *Forward-Backward* (maju-mundur), sedangkan untuk penentuan *state latent* pada model biasa menggunakan algoritma *Viterbi* dan *entropi*, serta untuk melakukan prediksi parameter yang digunakan pada penelitian, menggunakan algoritma *Baum-Welch* yang merupakan proses akhir untuk menarik suatu kesimpulan.

4.1 Algoritma *Forward-Backward*

Algoritma *Forward-Backward* adalah proses iterasi yang didasarkan pada perhitungan peluang bersyarat melalui sifat-sifat pada peluang. Algoritma *Forward-Backward* digunakan untuk menghitung probabilitas barisan yang terobservasi.

Dalam menghitung peluang dalam algoritma *Forward* dapat dilakukan dengan tiga tahap, yaitu:

- a. Inisialisasi

$$a_1(i) = \pi(i)b_i(O_1) \text{ dimana } 1 \leq i \leq N \quad (18)$$

Persamaan tersebut diperoleh dari definisi variabel maju dengan cara mensubstitusikan dua definisi parameter model markov tersembunyi yaitu $\pi(i) = P(X_t = i)$ dan $b_i(k) = P(O_t = k|X_t = i)$.

$$\begin{aligned} a_1(i) &= P(O_1, X_1 = i|\lambda) \\ &= P(X_1 = i, \lambda)P(O_1|X_1 = i) \end{aligned}$$

$$= \pi(i)P(O_1|X_1 = i|\lambda)$$

$$= \pi(i)b_i(O_1)$$

b. Induksi

$$a_{t+1}(j) = \{\sum_{i=1}^N a_t(i)a_{ij}\}b_j(O_{t+1}) \quad (19)$$

Dengan $j = 1, \dots, N, t = 1, \dots, T - 1$

Pada tahap ini akan dihitung nilai α pada saat $t > 1$, sama seperti pada tahap inisialisasi, pembuktian dilakukan dengan mensubstitusikan dua parameter

yaitu $b_i(k) = P(O_t = k|X_t = i)$ dan a_{ij} sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned} a_{t+1}(j) &= P(O_1, O_2, \dots, O_t, O_{t+1} = j|\lambda) \\ &= P(O_1, O_2, \dots, O_t, O_{t+1}|X_{t+1} = j, \lambda)P(X_{t+1} = j|\lambda) \\ &= P(O_1, O_2, \dots, O_t|X_{t+1} = j, \lambda)P(O_{t+1}|X_{t+1} = j, \lambda)P(X_{t+1} = j|\lambda) \\ &= P(O_1, O_2, \dots, O_t, O_{t+1}, X_{t+1} = j|\lambda)P(O_{t+1}|X_{t+1} = j, \lambda) \\ &= P(O_1, O_2, \dots, O_t, X_{t+1} = j|\lambda)b_j(O_{t+1}) \\ &= \left[\sum_{i=1}^N P(O_1, O_2, \dots, O_t, X_t = i, X_{t+1} = j|\lambda) \right] b_j(O_{t+1}) \\ &= \left[\sum_{i=1}^N P(O_1, O_2, \dots, O_t, X_t = i|\lambda)P(X_{t+1} = j|O_1, O_2, \dots, O_t, X_t \right. \\ &\quad \left. = i, \lambda) \right] b_j(O_{t+1}) \\ &= \left[\sum_{i=1}^N P(O_1, O_2, \dots, O_t, X_t = i, \lambda)P(X_{t+1} = j|X_t = i, \lambda) \right] \\ &\quad b_j(O_{t+1}) \\ &= \left[\sum_{i=1}^N a_t(i)a_{ij} \right] b_j(O_{t+1}) \end{aligned}$$

c. Terminasi

Pada tahap ini adalah menjumlahkan semua peluang gabungan dari observasi dan *latent state* bila ketahu sebuah model sehingga diperoleh peluang marjinal dari observasi tersebut atau dapat ditulis:

$$P(O|\lambda) = \sum_{i=1}^N a_T(i) \quad (20)$$

Langkah algoritma *Backward* hampir sama dengan algoritma maju. Namun bedanya, pada algoritma *Backward* inialisasi didasarkan pada seluruh observasi yang ada. Algoritma *Backward* mengganti O_1, O_2, \dots, O_t menjadi $O_{t+1}, O_{t+2}, \dots, O_T$.

$$\beta_T(i) = P(O_{t+1}, O_{t+2}, \dots, O_T | X_t = i, \lambda)$$

Tahap-tahap algoritma *Backward* dijelaskan sebagai berikut:

a. Tahap Inialisasi

$$\beta_T(i) = 1 \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, N \quad (21)$$

Pada tahap ini, dinyatakan $\beta_T(i) = 1$ karena diasumsikan i adalah state final, dan bernilai 0 untuk i yang lainnya.

b. Tahap Induksi

Pada tahap ini digunakan untuk menghitung urutan pengamatan. Dengan persamaan:

$$\beta_t(i) = \sum_{j=1}^N b_j(O_{t+1})\beta_{t+1}(j)a_{ij} \quad (22)$$

Untuk $t = T - 1, T - 2, \dots, 1$ dan $i = 1, 2, \dots, N$

Bukti:

$$\beta_t(i) = P(O_{t+1}, O_{t+2}, \dots, O_T | X_t = i, \lambda)$$

$$\begin{aligned}
&= \sum_{j=1}^N P(O_{t+1}, O_{t+2}, \dots, O_T, X_{t+1} = j | X_t = i, \lambda) \\
&= \sum_{j=1}^N P(O_{t+1} | O_{t+2}, \dots, O_T, X_{t+1} = j, X_t = i, \lambda) P(O_{t+2}, \dots, O_T, X_{t+1} \\
&\quad = j | X_t = i, \lambda) \\
&= \sum_{j=1}^N P(O_{t+1} | X_{t+1} = j, \lambda) P(O_{t+2}, \dots, O_T | X_{t+1} = j, X_t = i, \lambda) P(X_{t+1} \\
&\quad = j | X_t = i, \lambda) \\
&= \sum_{j=1}^N P(O_{t+1} | X_{t+1} = j, \lambda) P(O_{t+2}, \dots, O_T | X_{t+1} = j, \lambda) P(X_{t+1} \\
&\quad = j | X_t = i, \lambda) \\
&= \sum_{j=1}^N P(O_{t+1} | X_{t+1} = j, \lambda) \beta_{t+1}(j) P(X_{t+1} = j | X_t = i, \lambda) \\
&= \sum_{j=1}^N b_j(O_{t+1}) \beta_{t+1}(j) a_{ij}
\end{aligned}$$

c. Tahap Terminasi

Tahap terminasi digunakan untuk menghasilkan nilai peluang algoritma backward. Dengan persamaan

$$P(O | \lambda) = \sum_{i=1}^N b_i(1) \pi(i) \beta_1(i) \quad ^{21} \quad (23)$$

²¹Azmil Zachiroh, *Aplikasi Algoritma Forward-Backward Dalam Hidden Markov Model Untuk Menganalisis Tren Pasar Saham Di Bursa Efek (Studi Kasus di PT Astra Argo Lestari, Tbk)*. 2015, h. 34-40

4.3 Algoritma Baum-Welch

Algoritma Baum-Welch melibatkan algoritma forward dan backward, untuk menggambarkan prosedur terbaru (update) parameter LMM, diperlukan variabel $\xi_t(i, j)$ yang merupakan peluang gabungan state i dan state j terhadap peluang observasi pada model yang diberikan, dan $\gamma_t(i)$ state pada waktu dan mempresentasikan peluang pada state i pada waktu t . Secara matematis nilai $\xi_t(i, j)$ dan $\gamma_t(i)$ dapat diformulasikan sebagai berikut.²²

Karena Algoritma Baum-Welch juga dikenal sebagai algoritma maju-mundur (*forward-backward*) dengan variabel maju dan variabel mundurnya didefinisikan sebagai:

$$\begin{cases} \alpha_t(i) = P(O_1, O_2, \dots, O_t, X_T = i | \lambda) \\ \beta_t(i) = P(O_{t+1}, O_{t+2}, \dots, O_T, X_t = i | \lambda) \end{cases}$$

Kemudian didefinisikan sebagai sebuah variabel baru $\xi_t(i, j)$ dimana $\xi_t(i, j)$ adalah probabilitas proses berada pada *state* i pada waktu t dan berada pada *state* j pada waktu t bila diketahui barisan observasi dan model:

$$\xi_t(i, j) = P(X_t = i, X_{t+1} = j | O, \lambda) \quad (29)$$

Dimana:

$\xi_t(i, j)$: probabilitas proses berada pada *state* i pada waktu t dan berada pada *state* j pada waktu t

Dengan menggunakan definisi peluang bersyarat atau aturan Bayes, maka variabel $\xi_t(i, j)$ dapat dinyatakan sebagai:

$$\xi_t(i, j) = P(X_t = i, X_{t+1} = j | O, \lambda)$$

²²Maryati Gultom dkk, *Rancang Bangun Aplikasi Pengenal Penutur Menggunakan Hidden Markov Model (HMM)*, STIMIK GI MDP. h.4, vol 1

$$\begin{aligned}
&= \frac{P(X_t = i, X_{t+1} = j | O, \lambda)}{P(O | \lambda)} \\
&= \frac{P(O_1, O_2, \dots, O_t, X_t = i | \lambda) P(X_{t+1} = j | X_t = i)}{P(O_{t+1} | X_{t+1} = j) P(O_{t+2}, \dots, O_t, X_t = j | \lambda)} \\
&= \frac{a_t(i) a_{ij} (O_{t+1}) \beta_{t+1}(j)}{P(O | \lambda)}
\end{aligned}$$

Dengan diperoleh nilai $\xi_t(i, j)$, bisa dihitung peluang proses berada pada *state* i pada waktu t , $\gamma_t(i)$ dengan menjumlahkan $\xi_t(i, j)$ atas j .

$$\gamma_t(i) = \sum_{j=1}^N \xi_t(i, j) \quad (30)$$

Karena diketahui dari hasil sebelumnya bahwa $\gamma_t(i)$ merupakan proses berada pada *state* i pada waktu t , maka penaksir parameter π :

$$\hat{P}_i = \gamma_t(i) \quad (31)$$

\hat{P}_i = jumlah yang diharapkan saat keadaan awal adalah $\gamma_t(i)$

Sementara untuk penaksir a_{ij} adalah:

$$\begin{aligned}
\hat{a}_{ij} &= \frac{\text{jumlah transisi yang diharapkan dari state } i \text{ ke state } j}{\text{jumlah transisi yang diharapkan dari state } i} \\
\hat{a}_{ij} &= \frac{\sum_{t=1}^{T-1} \xi_t(i, j)}{\sum_{t=1}^{T-1} \gamma_t(i)} = \frac{\sum_{t=1}^{T-1} a_t(i) a_{ij} b_j(O_{t+1}) \beta_{t+1}(j)}{\sum_{t=1}^N a_t(i) \beta_{t+1}(j)} \quad (32)
\end{aligned}$$

Begitu juga dengan penaksir $b_i(j)$ yaitu:

$$\begin{aligned}
\hat{b}_i(j) &= \frac{\text{jumlah saat } t \text{ yang diharapkan pada state } j \text{ dalam observasi } O_t}{\text{jumlah yang diharapkan saat } j} \\
\hat{b}_i(j) &= \frac{\sum_{t=1, O_t=j}^T \gamma_t(j)}{\sum_{t=1}^T \gamma_t(j)} = \frac{\sum_{t=1, O_t=j}^T a_t(j) \beta_t(j)}{\sum_{t=1}^T a_t(j) \beta_t(j)} \quad (33)
\end{aligned}$$

Yang diperoleh dengan membagi jumlah state yang menghasilkan observasi j pada saat proses berada pada $state\ j$ dengan jumlah seluruh proses berada pada $state\ i$.

Setelah estimasi ulang parameter model, maka didapatkan model lain $\hat{\lambda}$ yang lebih mirip dibandingkan λ , yang menghasilkan prediksi dari urutan pengamatan.²³



²³Muljono, Catur supriyanto, *Aplikasi Sintesis Ujaran Berekresif (Expensive Text To Speech) Bahasa Indonesia Menggunakan Hidden Markov Model Untuk Mendukung Industri Kreatif*, Semarang: 2016, h.74-76

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Adapun waktu pelaksanaan penelitian yaitu pada bulan April 2016 sampai Juni 2017. Penelitian ini dilakukan di PT. GHANIYUN HASANUN yang terletak di jalan Ramang Ruko No.33 Sudiang Raya, Kec Biringkanaya Kota Makassar.

B. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian terapan.

C. Data dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data tersebut berupa jumlah transaksi akuisisi kepemilikan rumah yang dilakukan konsumen secara tunai, tunai bertahap, dan kredit dari Tahun 2014-2016 dan sumber data yaitu dari perumahan PT. GHANIYUN HASANUN.

D. Populasi dan Sampel

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah kepemilikan rumah oleh konsumen yang melakukan transaksi sejak bulan Februari 2014 Sampai Oktober 2016. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah konsumen yang melakukan pembelian rumah menggunakan produk keuangan seperti KPR, tunai (*cash*), dan tunai bertahap pertahunnya.

E. Teknik Sampling/Teknik Pengambilan Data

Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah proposional sampling. Dimana sampel yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari tiga kreteri yaitu tunai, tunai bertahap dan kredit.

F. *Teknik Pengumpulan data*

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah teknik komunikasi seperti wawancara.

G. *Teknik Analisis Data Menggunakan Laten Markov Models (LMM)*

Untuk analisis data menggunakan LMM berdasarkan discrete time markov chains dalam kasus menilai dan memprediksi akuisisi kepemilikan rumah dari produk keuangan dapat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengambil data
2. Menentukan nilai peluang akuisisi kepemilikan rumah
3. Membuat matriks peluang akuisisi kepemilikan rumah
4. Membuat matriks peluang emisi B
5. Menentukan nilai vektor peluang awal
6. Menghitung peluang observasi dengan menggunakan algoritma *Forward-Backward*.
7. Menghitung prediksi parameter LMM dengan menggunakan algoritma Baum-Welch.
8. Penarikan Kesimpulan

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Deskripsi Data

Data dalam penelitian ini adalah data penjualan rumah pada PT. Ghaniyun Hasanun yang terletak di propinsi Sulawesi Selatan (Sulsel), dengan rentang waktu kurang lebih 3 tahun, dari 18 Februari 2014 sampai 17 Oktober 2016. Kemudian disaring berdasarkan jenis transaksi pembelian yang berlaku, seperti tunai, tunai bertahap dan kredit. Kriteria penyaringan tersebut didasarkan pada besarnya penjualan yang sering terjadi dalam kasus pembelian rumah, khususnya bagi masyarakat di sepanjang wilayah yang diamati. Berikut adalah data penjualan rumah dari hasil penyaringan berdasarkan jenis transaksi yang telah ditentukan.

Tabel 4.1 Data Transaksi PT. Ghaniyun Hasanun di Propinsi Sulawesi Selatan Tahun 2014-2016

Tahun	Jenis Transaksi			Jumlah
	Tunai	Tunai Bertahap	Kredit	
2014	8	6	6	20
2015	4	24	10	38
2016	8	20	16	44
Jumlah	20	50	32	102

Berdasarkan Tabel 4.1, menunjukkan bahwa akuisisi kepemilikan rumah yang paling banyak dilakukan oleh konsumen pada Tahun 2014 adalah tunai dengan jumlah 8 orang, dibandingkan dengan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai bertahap dan kredit. Selanjutnya pada Tahun 2015 akuisisi kepemilikan rumah yang paling banyak dilakukan adalah tunai bertahap dengan jumlah 24 orang, dibandingkan dengan kredit dan tunai orang. Sedangkan pada Tahun 2016 akuisisi kepemilikan rumah yang paling banyak dilakukan masih berada pada tunai bertahap yang berjumlah 20 orang dibandingkan dengan kredit dan kredit.

2. Menentukan Nilai Peluang Akuisisi kepemilikan Rumah

Jika dalam transaksi akuisisi kepemilikan rumah yang dilakukan di PT. Ghaniyun Hasanun diklasifikasikan dengan $(S = (X_n, n \geq 0))$ dimana X_n (keadaan) yaitu tunai, tunai bertahap, dan kredit. Sedangkan $(n = 1,2,3)$ adalah waktu kejadian. Maka untuk dapat membentuk nilai peluang transisi terlebih dahulu diasumsikan bahwa:

P_{ij}	P_{1j} adalah perubahan jumlah konsumen yang melakukan akuisisi kepemilikan rumah pada <i>state j</i> untuk Tahun 2014
	P_{2j} adalah perubahan jumlah konsumen yang melakukan akuisisi kepemilikan rumah pada <i>state j</i> untuk Tahun 2015
	P_{3j} adalah perubahan jumlah konsumen yang melakukan akuisisi kepemilikan rumah pada <i>state j</i> untuk Tahun 2016

Dimana *state j* adalah (tunai, tunai bertahap dan kredit) dan diketahui bahwa perubahan nilai peluang transisi hanya dipengaruhi oleh banyaknya jumlah konsumen yang melakukan akuisisi kepemilikan rumah.

Dengan menggunakan persamaan (1) diperoleh nilai peluang untuk akuisisi kepemilikan rumah adalah sebagai berikut:

a. Peluang akuisisi kepemilikan rumah pada Tahun 2014

$$P_{11} = \frac{n(A)}{n(S)} = \frac{8}{20} = 0,4$$

$$P_{12} = \frac{n(A)}{n(S)} = \frac{6}{20} = 0,3$$

$$P_{13} = \frac{n(A)}{n(S)} = \frac{6}{20} = 0,3$$

b. Peluang akuisisi kepemilikan rumah pada Tahun 2015

$$P_{21} = \frac{n(A)}{n(S)} = \frac{4}{38} = 0,10$$

$$P_{22} = \frac{n(A)}{n(S)} = \frac{24}{38} = 0,63$$

$$P_{23} = \frac{n(A)}{n(S)} = \frac{10}{38} = 0,27$$

c. Peluang akuisisi kepemilikan rumah pada Tahun 2016

$$P_{31} = \frac{n(A)}{n(S)} = \frac{8}{44} = 0,18$$

$$P_{32} = \frac{n(A)}{n(S)} = \frac{20}{44} = 0,46$$

$$P_{33} = \frac{n(A)}{n(S)} = \frac{16}{44} = 0,36$$

Sehingga dari hasil perhitungan nilai peluang akuisisi kepemilikan rumah diatas dapat dibentuk menjadi nilai peluang pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Nilai Peluang Akuisisi Kepemilikan Rumah

Tahun	Jenis Transaksi			Total Baris
	Tunai	Tunai Bertahap	Kredit	
2014	0,4	0,3	0,3	1
2015	0,10	0,63	0,27	1
2016	0,18	0,46	0,36	1

Nilai peluang diatas menunjukkan bahwa 0,4 adalah peluang konsumen yang melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai pada Tahun 2014, 0,3 adalah peluang konsumen yang melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai bertahap pada Tahun 2014, 0,3 adalah peluang konsumen yang melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara kredit pada Tahun 2014, 0,10 adalah peluang konsumen yang melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai pada Tahun 2015, dan seterusnya sampai 0,36 adalah peluang konsumen yang melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara kredit Tahun 2016.

Karena nilai $(S = (X_n, n \geq 3))$ memiliki 3 keadaan atau $S = \{1,2,3\}$ yang menunjukkan banyaknya jenis transaksi yang terjadi, maka data tersebut dapat dikatan berdistribusi peluang diskrit karena semesta peubah acaknya berhingga.

3. Menentukan Matriks Peluang Akuisisi kepemilikan Rumah

Berdasarkan nilai yang diperoleh dari peluang akuisisi kepemilikan rumah pada Tabel 4.2, maka dengan menggunakan Persamaan (5), nilai matriks peluang akuisisi kepemilikan rumah dapat diperoleh sebagai berikut:

$$P_{11} = P(X_{t+1} = 1|X_t = 1) = 0,4$$

$$P_{12} = P(X_{t+1} = 2|X_t = 1) = 0,3$$

$$P_{13} = P(X_{t+1} = 3|X_t = 1) = 0,3$$

$$P_{21} = P(X_{t+1} = 1|X_t = 2) = 0,10$$

$$P_{22} = P(X_{t+1} = 2|X_t = 2) = 0,63$$

$$P_{23} = P(X_{t+1} = 3|X_t = 2) = 0,27$$

$$P_{31} = P(X_{t+1} = 1|X_t = 3) = 0,18$$

$$P_{32} = P(X_{t+1} = 2|X_t = 3) = 0,46$$

$$P_{33} = P(X_{t+1} = 3|X_t = 3) = 0,36$$

Setelah nilai P_{ij} dengan $i = 1,2,3$ dan $j = 1,2,3$ didapatkan dengan menggunakan persamaan markov, maka dapat dibentuk menjadi matriks peluang akuisisi kepemilikan rumah sebagai berikut:

$$P = \begin{bmatrix} 0,4 & 0,3 & 0,3 \\ 0,10 & 0,63 & 0,27 \\ 0,18 & 0,46 & 0,36 \end{bmatrix}$$

h.3.1

Dari matriks peluang akuisisi kepemilikan rumah pada Persamaan (h.3.1) diatas, terlihat bahwa $P_{11} = P(X_{t+1} = 1|X_t = 1) = 0,4$ adalah peluang konsumen yang melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai pada Tahun 2014, $P_{12} = P(X_{t+1} = 2|X_t = 1) = 0,3$ adalah peluang

konsumen yang melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara secara tunai bertahap pada Tahun 2014. Dan selanjutnya sampai $P_{33} = P(X_{t+1} = 3|X_t = 3) = 0,36$ adalah peluang konsumen yang melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara kredit pada Tahun 2016.

4. Menentukan Matriks Peluang Emisi B

Berdasarkan data yang diperoleh pada Tabel 4.1, dapat digunakan untuk menentukan nilai matriks emisi. Jika diketahui bahwa dalam penelitian ini observasi yang di inginkan untuk tahun yang akan datang adalah observasi tunai, tunai bertahap, dan kredit. Maka matriks peluang emisi dapat diperoleh dari nilai peluang transisi akuisisi kepemilikan rumah pada Tabel 4.2 jika diasumsikan bahwa:

P_{ij}	P_{1j} adalah jumlah akuisisi kepemilikan rumah pada state j untuk Tahun 2014
	P_{2j} adalah jumlah akuisisi kepemilikan rumah pada state j untuk Tahun 2015
	P_{3j} adalah jumlah akuisisi kepemilikan rumah pada state j untuk Tahun 2016

Dimana *state j* adalah (tunai, tunai bertahap, dan kredit) dan diketahui bahwa perubahan jumlah peluang emisi hanya dipengaruhi oleh perubahan jumlah konsumen yang melakukan transaksi akuisisi kepemilikan rumah secara tunai, tunai bertahap, kredit dari Tahun 2014, 2015, dan 2016.

Maka dengan menggunakan Persamaan (15), dimana $(S = (O_t, t \geq 0))$ dengan O_t adalah tunai, tunai bertahap, dan kredit. Sedangkan $(k = 1,2,3)$ adalah observasi pada waktu ke t bernilai k , sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

$$P_{ij} = P(O_t = k | X_t = i)$$

$$P_{11} = P(O_t = 1 | X_t = 1) = 0,4$$

$$P_{12} = P(O_t = 2 | X_t = 1) = 0,3$$

$$P_{13} = P(O_t = 3 | X_t = 1) = 0,3$$

$$P_{21} = P(O_t = 1 | X_t = 2) = 0,10$$

$$P_{22} = P(O_t = 2 | X_t = 2) = 0,63$$

$$P_{23} = P(O_t = 3 | X_t = 2) = 0,27$$

$$P_{31} = P(O_t = 1 | X_t = 3) = 0,18$$

$$P_{32} = P(O_t = 2 | X_t = 3) = 0,46$$

$$P_{33} = P(O_t = 3 | X_t = 3) = 0,36$$

Dari hasil perhitungan diatas, selanjutnya dapat dibentuk menjadi matriks peluang emisi B sebagai berikut:

$$P = \begin{bmatrix} 0,4 & 0,3 & 0,3 \\ 0,10 & 0,63 & 0,27 \\ 0,18 & 0,46 & 0,36 \end{bmatrix}$$

h.4.1

Dari matriks peluang akuisisi kepemilikan rumah pada Persamaan (h. 4.1) diatas, dapat dilihat bahwa $P_{11} = P(O_t = 1 | X_t = 1) = 0,4$ adalah peluang konsumen yang melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai pada Tahun 2014. $P_{12} = P(O_t = 2 | X_t = 1) = 0,3$ adalah peluang konsumen

yang melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai bertahap pada Tahun 2014, $P_{33} = P(O_t = 3|X_t = 3) = 0,10$ adalah peluang konsumen yang melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai bertahap pada Tahun 2015 dan selanjutnya sampai $P_{33} = P(O_t = 3|X_t = 3) = 0,36$ adalah peluang konsumen yang melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara kredit pada Tahun 2016.

5. Menentukan Vektor Peluang Awal

Dalam memprediksi akuisisi kepemilikan rumah untuk tahun yang akan datang diperlukan nilai vektor peluang awal. Berdasarkan pada Tabel 4.1, nilai vektor peluang awal untuk akuisisi kepemilikan rumah dapat dibentuk dari total marginal untuk jumlah akuisisi kepemilikan rumah secara tunai, tunai bertahap, dan kredit. Dengan menggunakan Persamaan (12), nilai vektor peluang awal dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Nilai Vektor Peluang Awal

<i>State</i>	$p_1(j) = \text{tunai}$	$p_2(j) = \text{tunai bertahap}$	$p_3(j) = \text{kredit}$
Nilai peluang	$\frac{20}{102} = 0,2$	$\frac{50}{102} = 0,49$	$\frac{32}{102} = 0,31$

Selanjutnya, vektor peluang awalnya adalah:

$$P = [0,2 \quad 0,49 \quad 0,31] \quad \text{h.5.1}$$

Dari vektor peluang awal pada Persamaan (h.5.1) diatas, menunjukkan bahwa nilai terbesar dari peluang akuisisi kepemilikan rumah adalah secara

tunai bertahap yaitu sebesar 0,49. Selanjutnya vektor awal diatas dapat digunakan untuk melakukan prediksi akuisisi kepemilikan rumah.

6. Menghitung peluang akuisisi kepemilikan rumah dengan menggunakan algoritma *Forward-Backward*.

a. Algoritma Forward

Secara umum algoritma forward terdiri dari 3 bagian yaitu:

1. Tahap Inisialisasi, untuk akuisisi kepemilikan rumah $t = 1$ yaitu observasi tunai. Berdasarkan nilai vektor peluang awal pada Persamaan h.5.1 dan nilai dari elemen-elemen pada peluang matriks emisi pada Persamaan h.4.1, maka dengan menggunakan Persamaan (18), dapat diperoleh hasil observasi untuk akuisisi kepemilikan rumah secara tunai yaitu sebagai berikut:

$$a_1(i) = P_j b_i(O_1)$$

$$a_1(1) = P_j(1) \times b_1(1) = (0,2) \times (0,4) = 0,08$$

$$a_1(2) = P_j(2) \times b_2(1) = (0,49) \times (0,10) = 0,049$$

$$a_1(3) = P_j(3) \times b_3(1) = (0,31) \times (0,18) = 0,0558 \quad \text{h.6.1}$$

Dimana 0,08 adalah peluang dari observasi secara tunai pada Tahun 2014, 0,049 adalah peluang dari observasi tunai untuk Tahun 2015, dan 0,0558 adalah peluang dari observasi tunai untuk Tahun 2016.

2. Tahap Induksi untuk akuisisi kepemilikan rumah $t = 2$ yaitu observasi tunai bertahap dan $t = 3$ yaitu observasi kredit. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Persamaan h.6.1 untuk observasi akusisi kepemilikan rumah secara tunai untuk Tahun 2014-

2016 dan hasil yang akan diperoleh pada Persamaan h.6.2 untuk observasi akusisi kepemilikan rumah secara tunai bertahap Tahun 2014-2016, nilai dari elemen-elemen matriks peluang tansisi dan elemen-elemen matriks peluang emisi, maka dengan menggunakan Persamaan (19), dapat diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut:

$$a_2(j) = [\sum_{i=1}^3 a_t(i)a_{ij}]b_j(O_{t+1})$$

$t = 2$, yaitu akuisisi kepemilikan rumah untuk observaasi tunai bertahap

$$\begin{aligned} a_2(1) &= [(a_1(1)a_{11} + (a_1(2)a_{21}) + (a_1(3)a_{31})] \times b_{12} \\ &= [(0,08)(0,4) + (0,049)(0,10) + (0,0558)(0,18)] \times (0,3) \\ &= 0,014083 \end{aligned}$$

$$a_2(2) = 0,050739$$

$$a_2(3) = 0,026366 \quad \text{h.6.2}$$

$t = 3$, yaitu akuisisi kepemilikan rumah untuk observasi kredit

$$\begin{aligned} a_3(1) &= [(a_2(1)a_{11} + (a_2(2)a_{21}) + (a_2(3)a_{31})] \times b_{13} \\ &= [(0,014083)(0,4) + (0,050739)(0,10) + (0,026366) \\ &\quad (0,18) \times (0,3) \\ &= 0,004636 \end{aligned}$$

$$a_3(2) = 0,013046$$

$$a_3(3) = 0,00987 \quad \text{h.6.3}$$

3. Tahap Terminasi, yang merupakan hasil akuisisi kepemilikan rumah dengan algoritma forward. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada

Persamaan h.6.3, maka dengan menggunakan Persamaan (20), dapat diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P(O|\lambda) &= \sum_{i=1}^3 a_T(i) \\
 P(O = Tunai, tunai bertahap, kredit|\lambda) &= \sum_{i=1}^3 a_T(i) \\
 &= a_3(1) + a_3(2) + a_3(3) \\
 &= 0,004636 + 0,013046 + 0,00987 \\
 &= 0,027552 \quad \text{h.6.4}
 \end{aligned}$$

b. Algoritma Backward

Langkah algoritma backward hampir sama dengan forward, hanya saja pada algoritma backward inisialisasi didasarkan pada seluruh peluang akuisisi kepemilikan rumah. Adapun tahapan untuk algoritma backward antara lain:

1. Tahap inisialisasi, untuk akuisisi kepemilikan rumah $t = 1$ yaitu 1 untuk observasi tunai yang merupakan jumlah vektor baris dari peluang akuisisi kepemilikan rumah yang dilakukan oleh konsemen. Dengan menggunakan Persamaan (21), dapat diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \beta_T(i) &= 1 \\
 \beta_3(1) &= \beta_3(2) = \beta_3(3) = 1 \quad \text{h.6.5}
 \end{aligned}$$

dimana jumlah peluang setiap baris pada matriks peluang akuisisi kepemilikan rumah adalah 1.

2. Tahap Induksi, untuk akuisisi kepemilikan rumah untuk $t = 2$ yaitu observasi kredit dan $t = 3$ yaitu observasi tunai bertahap. Berdasarkan hasil pada Persamaan (h.6.5) dan hasil yang akan diperoleh dari Persamaan (h.6.6), dan nilai dari elemen matrik peluang akuisisi kepemilikan rumah dan matriks peluang emisi, maka dengan menggunakan Persamaan (22), dapat diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut:

$$\beta_t(i) = \sum_{j=1}^3 b_j(O_t + 1) \beta_{t+1}(j) a_{ij}$$

$t = 2$, yaitu akuisisi kepemilikan rumah untuk observasi kredit

$$\begin{aligned} \beta_2(1) &= [(b_1(3) \times \beta_3(1) \times a_{11}) + (b_2(3) \times \beta_3(2) \times a_{12}) \\ &\quad + (b_3(3) \times \beta_3(3) \times a_{13}) \\ &= (0,3 \times 1 \times 0,4) + (0,27 \times 1 \times 0,3) + (0,36 \times 1 \times 0,3) \\ &= 0,309 \end{aligned}$$

$$\beta_2(2) = 0,2973$$

$$\beta_2(3) = 0,3078 \quad \text{h.6.6}$$

$t = 1$, yaitu akuisisi kepemilikan rumah untuk observasi tunai

bertahap

$$\begin{aligned} \beta_1(1) &= [(b_1(2) \times \beta_2(1) \times a_{11}) + (b_2(2) \times \beta_2(2) \times a_{12}) \\ &\quad + (b_3(2) \times \beta_2(3) \times a_{13}) \\ &= (0,3 \times 0,309 \times 0,4) + (0,63 \times 0,2973 \times 0,3) \\ &\quad + (0,46 \times 0,3078 \times 0,3) \\ &= 0,135746 \end{aligned}$$

$$\beta_1(2) = 0,165497$$

$$\beta_1(3) = 0,153815 \quad \text{h.6.7}$$

3. Tahap Terminasi, yang merupakan hasil akuisisi kepemilikan rumah dengan algoritma backward. Berdasarkan hasil pada Persamaan (h.6.7), maka dengan menggunakan Persamaan (23), dapat diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P(O|\lambda) &= \sum_{i=1}^3 b_i(1)P_i\beta_1(i) \\ P(O =, kredit, tunai bertahap, tunai|\lambda) &= \sum_{i=1}^3 b_i(1)P_i\beta_1(i) \\ &= (\beta_1(1)p_i(1)b_1(1)) + (\beta_1(2)p_i(2)b_2(1)) \\ &\quad + (\beta_1(3)p_i(3)b_3(1)) \\ &= (0,135746 \times 0,2 \times 0,4) + (0,165479 \times 0,49 \times 0,10) + \\ &\quad (0,153815 \times 0,31 \times 0,18) \\ &= 0,027552 \quad \text{h.6.8} \end{aligned}$$

Sehingga berdasarkan hasil pada algoritma backward, konsisten dengan solusi yang terdapat pada algoritma forward yaitu 0,027552. Maka hasil dari algoritma *forward* dan *backward* dapat digunakan untuk melakukan prediksi akuisisi kepemilikan rumah dengan menggunakan LMM pada algoritma Baum Welch.

7. Prediksi Akuisisi kepemilikan Rumah dengan Penaksiran Parameter-Parameter LMM Menggunakan Algoritma Baum-Welch

Pada algoritma Baum-welch digunakan untuk mengubah parameter LMM menjadi nilai maksimal. Dimana untuk mendapatkan hasil prediksi akuisisi kepemilikan rumah pada Tahun 2017, 2018, dan 2019 dengan

menggunakan LMM, perlu dilakukan pendefinisian variabel baru $\xi_t(i, j)$ yang merupakan nilai prediksi gabungan dari keadaan yang tidak diketahui (tersembunyi) dan keadaan yang terobservasi pada algoritma *forward*, dan algoritma *backward*. pendefinisian variabel ini juga digunakan untuk mendapatkan langkah-langkah yang tidak dapat hitung secara langsung (tersembunyi).

Nilai variabel baru $\xi_t(i, j)$, dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan (29) sebagai berikut:

$$\xi_t(i, j) = \frac{a_t(i)a_{ij}b_j(O_{t+1})\beta_{t+1}(j)}{P(O|\lambda)}$$

Dimana:

$a_t(i)$ adalah tahap inisialisasi dan induksi pada algoritma *forward*, dimana $i = 1, 2, 3$. Untuk keterangan lebih lengkap dapat dilihat pada Persamaan (h.6.1, h.6.2.2, dan h.6.3).

a_{ij} adalah matriks peluang akuisisi kepemilikan rumah, yang dapat dilihat pada Persamaan (h.3.1).

$b_j(O_{t+1})\beta_{t+1}$ adalah matriks peluang emisi, yang dapat dilihat pada Persamaan (h.4.1).

$\beta_{t+1}(j)$ adalah tahap inisialisasi dan induksi pada algoritma *backward*, dimana $j = 1, 2, 3$. Untuk keterangan lebih lengkap dapat dilihat pada Persamaan (h.6.5, h.6.6 dan h.6.7).

$P(O|\lambda)$ adalah tahap terminasi pada algoritma *forward* dan *backward*, yang hasilnya dapat dilihat pada Persamaan h.6.4 dan h.6.8.

Yang perhitungannya adalah sebagai berikut:

$t = 1$, untuk prediksi akusisi kepelikan rumah pertama

$$\begin{aligned}\xi_1(1,1) &= \frac{a_1(1)a_{11}b_1(3)\beta_2(1)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,08 \times 0,4 \times 0,3 \times 0,309}{0,027552} \\ &= 0,107666 \\ \xi(i,j) &= \begin{bmatrix} 0,107666 & 0,069923 & 0,096523 \\ 0,016486 & 0,089938 & 0,053208 \\ 0,033794 & 0,074782 & 0,08079 \end{bmatrix} \quad \text{h.6.13}\end{aligned}$$

Matriks pada Persamaan (h.6.13) diatas merupakan hasil prediksi untuk peluang akuisisi kepemilikan rumah pada *state i* pada waktu t dan pada *state j* pada waktu t dimana:

- 0,107666 adalah peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai pada Tahun 2014.
- 0,069923 adalah peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai bertahap pada Tahun 2014.
- 0,096523 adalah peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara kredit yaitu pada Tahun 2014.
- 0,016486 adalah peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai pada Tahun 2015.
- 0,089938 adalah peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai bertahap pada Tahun 2015.
- 0,053208, adalah peluang konsumen yang akan melakukan akuisi kepemilikan rumah secara kredit pada Tahun 2015.

- g. 0,033794 adalah peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah tunai pada Tahun 2016.
- h. 0,074782 adalah peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai bertahap pada Tahun 2016, dan
- i. 0,08079 adalah peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara kredit pada Tahun 2016.

$t = 2$, untuk prediksi akuisisi kepemilikan rumah kedua

$$\begin{aligned}\xi_2(1,1) &= \frac{a_2(1)a_{11}b_1(2)\beta_3(1)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,014083 \times 0,4 \times 0,3 \times 1}{0,027552} \\ &= 0,003476\end{aligned}$$

$$\xi(i,j) = \begin{bmatrix} 0,008326 & 0,015988 & 0,01085 \\ 0,0075 & 0,120965 & 0,035181 \\ 0,007015 & 0,045897 & 0,024376 \end{bmatrix} \quad \text{h.6.14}$$

Matriks pada Persamaan (h.6.14) diatas merupakan hasil prediksi akuisisi kepemilikan rumah pada *state i* pada waktu t dan pada *state j* pada waktu t dimana:

- a. 0,008326 adalah peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai pada Tahun 2014.
- b. 0,015988 adalah peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai bertahap pada Tahun 2014.
- c. 0,01085 adalah peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara kredit pada Tahun 2014.
- d. 0,0075 adalah peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai pada Tahun 2015.

- e. 0,120965 adalah peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai bertahap pada Tahun 2015.
- f. 0,035181 adalah peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara kredit pada Tahun 2015.
- g. 0,007015 adalah peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai pada Tahun 2016.
- h. 0,045897 adalah peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai bertahap pada Tahun 2016, dan
- i. 0,024376 adalah peluang konsumen yang melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara kredit pada Tahun 2016.

$t = 3$, untuk prediksi akuisisi kepemilikan rumah ketiga

$$\begin{aligned}\xi_3(1,1) &= \frac{a_3(1)a_{11}b_1(1)\beta_1(1)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,004636 \times 0,4 \times 0,4 \times 0,135746}{0,027552} \\ &= 0,026922\end{aligned}$$

$$\xi(i,j) = \begin{bmatrix} 0,026922 & 0,005048 & 0,009086 \\ 0,01894 & 0,029831 & 0,023013 \\ 0,025792 & 0,016478 & 0,023213 \end{bmatrix} \quad \text{h.6.15}$$

Matriks pada Persamaan (h.6.15) diatas merupakan hasil prediksi akuisisi kepemilikan rumah pada *state i* pada waktu t dan pada *state j* pada waktu t dimana:

- a. 0,026922 adalah peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai pada Tahun 2014.
- b. 0,005048 adalah peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai bertahap pada Tahun 2014.

- c. 0,009086 adalah peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara kredit pada Tahun 2014.
- d. 0,01894 adalah peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai pada Tahun 2015.
- e. 0,029831 adalah peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai bertahap pada Tahun 2015.
- f. 0,023013 adalah peluang konsumen yang akan melakukan akuisi kepemilikan rumah secara kredit pada Tahun 2015.
- g. 0,025792 adalah peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai pada Tahun 2016.
- h. 0,016478 adalah peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai bertahap pada Tahun 2016, dan
- i. 0,023213 adalah peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara kredit pada Tahun 2016.

Dengan hasil matriks pada Persamaan (h.6.13, h.6.14 dan h.6.15) diatas. Dapat digunakan untuk mencari $\gamma_t(i)$, dimana $\gamma_t(i)$ adalah peluang proses pada *state i* pada waktu *t*. Dengan menggunakan Persamaan (30) dapat diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\gamma_t(i) = \sum_{j=1}^3 \xi_t(i,j)$$

$t = 1$, untuk hasil prediksi vektor peluang awal pertama

$$\gamma_1(1) = [(0,107666) + (0,069923) + (0,096523)] = 0,274111$$

$$\gamma_1(2) = [(0,016486) + (0,089938) + (0,053208)] = 0,159633$$

$$\gamma_1(3) = [(0,033794) + (0,074782) + (0,08079)] = 0,189365 \quad \text{h.6.16}$$

Berdasarkan hasil dari Persamaan (h.6.16) untuk $(\gamma_1(1), \gamma_1(2), \text{dan } \gamma_1(3))$ diatas, terlihat bahwa peluang pada *state* “tunai” yaitu sebesar 0,274111, peluang pada *state* “tunai bertahap” yaitu sebesar 0,159633, dan peluang pada *state* “kredit” yaitu sebesar 0,189365.

$t = 2$, untuk prediksi vektor peluang awal kedua

$$\gamma_2(1) = [(0,008326) + (0,015988) + (0,01085)] = 0,035165$$

$$\gamma_2(2) = [(0,0075) + (0,120965) + (0,035181)] = 0,163646$$

$$\gamma_2(3) = [(0,007015) + (0,045897) + (0,024376)] = 0,077288 \quad \text{h.6.17}$$

Berdasarkan hasil dari Persamaan (h.6.17) untuk $(\gamma_2(1), \gamma_2(2), \text{dan } \gamma_2(3))$ diatas, terlihat bahwa peluang pada *state* “tunai” yaitu sebesar 0,035165, peluang pada *state* “tunai bertahap” yaitu sebesar 0,163646, dan peluang pada *state* “kredit” yaitu sebesar 0,077288.

$t = 3$, untuk prediksi vektor peluang awal ketiga

$$\gamma_3(1) = [(0,026922) + (0,005048) + (0,009086)] = 0,041056$$

$$\gamma_3(2) = [(0,01894) + (0,029831) + (0,023013)] = 0,071784$$

$$\gamma_3(3) = [(0,025792) + (0,016478) + (0,023213)] = 0,065484 \quad \text{h.6.18}$$

Berdasarkan hasil dari Persamaan (h.6.18) untuk $(\gamma_3(1), \gamma_3(2), \text{dan } \gamma_3(3))$ diatas, terlihat bahwa peluang pada *state* “tunai” yaitu sebesar 0,041056, peluang pada *state* “tunai bertahap” yaitu sebesar 0,071784, dan peluang pada *state* “kredit” yaitu sebesar 0,065484.

Dari hasil perhitungan $\gamma_t(i)$ diatas, dapat diringkas menjadi hasil prediksi untuk vektor peluang awal. Berdasarkan Persamaan (31) diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\hat{P}_t = \gamma_t(i)$$

$$\hat{P}_t = \begin{bmatrix} \gamma_1(1) \\ \gamma_1(2) \\ \gamma_1(3) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,274111 \\ 0,159633 \\ 0,189365 \end{bmatrix} \quad \text{h.6.19}$$

Nilai diatas merupakan prediksi dari vektor peluang awal. Dimana peluang pada *state* “tunai” yaitu sebesar 0,274111 peluang pada *state* “tunai bertahap” yaitu sebesar 0,159633, dan peluang pada *state* “kredit” yaitu sebesar 0,189365.

Sementara untuk prediksi nilai a_{ij} dapat diperoleh dari hasil peluang pada *state i* pada waktu t dan pada *state j* pada waktu t pada Persamaan (h.6.13, h.6.14, dan h.6.15) dan hasil dari peluang proses pada *state i* pada waktu t pada Persamaan (h.6.16, h.6.17, dan h.6.18). Dengan menggunakan Persamaan (32), dapat diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\hat{A}_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^{T-1} \xi_t(i,j)}{\sum_{t=1}^{T-1} \gamma_t(i)}$$

$$\hat{A}_{ij} = \frac{\text{peluang jumlah perpindahan dari state } i \text{ ke state } j}{\text{peluang jumlah perpindahan state } j}$$

$$\hat{A}_{11} = \frac{0,107666 + 0,069923 + 0,096523}{0,274111 + 0,035165 + 0,041056} = 0,407939$$

$$\hat{A} = \begin{bmatrix} 0,407939 & 0,259636 & 0,332425 \\ 0,108657 & 0,609357 & 0,281986 \\ 0,200522 & 0,412955 & 0,386522 \end{bmatrix} \quad \text{h.6.20}$$

Matriks pada Persamaan (h.6.20) diatas, merupakan hasil prediksi akuisisi kepemilikan rumah untuk matriks peluang transisi, dimana:

1. Peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai pada Tahun 2017 yaitu sebesar 0,407939.
2. Peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai bertahap pada Tahun 2018 yaitu sebesar 00,259636.
3. Peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara kredit pada Tahun 2017 yaitu sebesar 0,332425.
4. Peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai pada Tahun 2018 yaitu sebesar 0,108657.
5. Peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai bertahap pada Tahun 2018 yaitu sebesar 0,609357.
6. Peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara kredit pada Tahun 2018 yaitu sebesar 0,281986.
7. Peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai pada Tahun 2019 yaitu sebesar 0,200522.
8. Peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai bertahap pada Tahun 2019 yaitu sebesar 0,412955, dan
9. Peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara kredit pada Tahun 2019 yaitu sebesar 0,386522.

Sedangkan untuk prediksi $B_i(j)$ Sementara untuk prediksi nilai a_{ij} dapat diperoleh dari hasil peluang proses pada *state i* pada waktu *t* pada

Persamaan (h.6.16, h.6.17, dan h.6.18). Berdasarkan Persamaan (33) diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\hat{B}_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^{T-1} o_{t=j} \gamma_t(i)}{\sum_{t=1}^{T-1} \gamma_t(i)}$$

$$\hat{B}_i(j) = \frac{P(\text{jumlah perpindahan state } j \text{ dan pengamatan simbol } v_t)}{\text{Peluang jumlah perpindahan state } j}$$

$$\hat{B}_{11} = \frac{0,274111 + 0}{0,274111 + 0,035165 + 0,041056} = 0,782433$$

$$\hat{B} = \begin{bmatrix} 0,782433 & 0,100375 & 0,117191 \\ 0,404069 & 0,414228 & 0,181703 \\ 0,570142 & 0,232698 & 0,19716 \end{bmatrix} \quad \text{h.6.21}$$

Matriks pada Persamaan (h.6.21) diatas, merupakan hasil prediksi akuisisi kepemilikan rumah untuk matriks emisi, dimana:

1. Peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai pada Tahun 2017 yaitu sebesar 0,782433.
2. Peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai bertahap pada Tahun 2017 yaitu sebesar 0,100375.
3. Peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara kredit pada Tahun 2017 yaitu sebesar 0,117191.
4. Peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai pada Tahun 2018 yaitu sebesar 0,404069.
5. Peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai bertahap pada Tahun 2018 yaitu sebesar 0,414228.
6. Peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara kredit pada Tahun 2018 yaitu sebesar 0,181703.

7. Peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai pada Tahun 2019 yaitu sebesar 0,570142.
8. Peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara tunai bertahap pada Tahun 2019 yaitu sebesar 0,232698, dan
9. Peluang konsumen yang akan melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara kredit pada Tahun 2019 yaitu sebesar 0,19716.

Untuk perhitungan lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran .

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil yang diperoleh untuk nilai vektor peluang awal pada Persamaan (h.6.19), menunjukkan bahwa prediksi vektor peluang awal untuk akuisisi kepemilikan rumah secara tunai akan mengalami peningkatan dengan peluang sebesar 0,274111, yang sebelumnya hanya memiliki peluang sebesar 0,2, akuisisi kepemilikan rumah secara tunai bertahap akan mengalami penurunan dengan peluang sebesar 0,159633, yang sebelumnya memiliki peluang sebesar 0,49, dan akuisisi kepemilikan rumah secara kredit juga akan mengalami penurunan dengan peluang sebesar 0,189565 yang sebelumnya memiliki peluang sebesar 0,31.

Sementara prediksi akuisisi kepemilikan rumah untuk matriks peluang akuisisi kepemilikan rumah pada Persamaan (h.6.20), menunjukkan bahwa pada tahun yang akan datang yaitu:

1. Konsumen akan cenderung melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara:
 - a. Tunai dengan peluang sebesar 0,407939. Dari hasil tersebut nampak bahwa nilai peluang pada Persamaan h.3.1 yaitu (0,4000), lebih kecil

dibandingkan dengan peluang pada tahun yang akan datang, sehingga dapat disimpulkan bahwa akuisisi kepemilikan rumah secara tunai cenderung akan mengalami peningkatan.

- b. Tunai bertahap dengan peluang sebesar 0,259636. Dari hasil tersebut nampak bahwa nilai peluang pada Persamaan h.3.1 yaitu (0,3000), lebih besar dibandingkan dengan peluang pada tahun yang akan datang, sehingga dapat disimpulkan bahwa akuisisi kepemilikan rumah secara tunai bertahap cenderung akan mengalami penurunan.
 - c. Kredit dengan peluang sebesar 0,332425. Dari hasil tersebut nampak bahwa nilai peluang pada Persamaan h.3.1 yaitu (0,3000), lebih kecil dibandingkan dengan tahun yang akan datang, sehingga dapat disimpulkan bahwa akuisisi kepemilikan rumah secara kredit cenderung akan mengalami peningkatan.
2. Konsumen akan cenderung melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara:
- a. Tunai dengan peluang sebesar 0,108657. Dari hasil tersebut nampak bahwa nilai peluang pada Persamaan h.3.1 yaitu (0,1000), lebih kecil dibandingkan dengan tahun yang akan datang, sehingga dapat disimpulkan bahwa akuisisi kepemilikan rumah secara tunai cenderung akan mengalami peningkatan.
 - b. Tunai bertahap peluang sebesar 0,609357. Dari hasil tersebut nampak bahwa nilai peluang pada Persamaan h.3.1 yaitu (0,6300), lebih besar dibandingkan dengan tahun yang akan datang, sehingga dapat

disimpulkan bahwa akuisisi kepemilikan rumah secara tunai bertahap cenderung akan mengalami penurunan.

- c. Kredit dengan peluang sebesar 0,281986. Dari hasil tersebut nampak bahwa nilai peluang pada Persamaan h.3.1 yaitu (0,2700), lebih kecil dibandingkan dengan tahun yang akan datang, sehingga dapat disimpulkan bahwa akuisisi kepemilikan rumah secara kredit cenderung akan mengalami peningkatan.

3. Konsumen akan cenderung melakukan akuisisi kepemilikan rumah secara:

- a. Tunai dengan peluang sebesar 0,200522. Dari hasil tersebut nampak bahwa nilai peluang pada Persamaan h.3.1 yaitu (0,1800), lebih kecil dibandingkan dengan tahun yang akan datang, sehingga dapat disimpulkan bahwa akuisisi kepemilikan rumah secara tunai cenderung akan mengalami peningkatan.
- b. Tunai bertahap dengan peluang sebesar 0,412955. Dari hasil tersebut nampak bahwa nilai peluang pada Persamaan h.3.1 yaitu (0,4600), lebih besar dibandingkan dengan tahun yang akan datang, sehingga dapat disimpulkan bahwa akuisisi kepemilikan rumah secara tunai bertahap cenderung akan mengalami penurunan.
- c. Kredit dengan peluang sebesar 0,386522. Dari hasil tersebut nampak bahwa nilai peluang pada Persamaan h.3.1 yaitu (0,3600), lebih kecil dibandingkan dengan tahun yang akan datang, sehingga dapat disimpulkan bahwa akuisisi kepemilikan rumah secara kredit cenderung akan mengalami peningkatan.

Sehingga berdasarkan pembahasan prediksi akuisisi kepemilikan rumah pada tahun yang akan datang diatas dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Peluang konsumen yang melakukan akuisisi rumah secara tunai akan mengalami peningkatan pada Tahun 2017, 2018 dan 2019 dengan peluang sebesar 0,407939, 0,108657, dan 0,200522.
- 2) Peluang konsumen yang melakukan akuisisi rumah secara tunai bertahap akan mengalami penurunan pada Tahun 2017, 2018 dan 2019 dengan peluang sebesar 0,259636, 0,609357, dan 0,412955.
- 3) Peluang konsumen yang melakukan akuisisi rumah secara kredit akan mengalami peningkatan pada Tahun 2017 pertama, 2018, dan 2019 dengan peluang sebesar 0,332425, 0,281986, dan 0,386522.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis mengenai prediksi akuisisi kepemilikan rumah dari produk keuangan menggunakan *Latent Markov Models* berdasarkan rantai markov waktu diskrit dapat disimpulkan bahwa:

1. Peluang konsumen yang melakukan akuisisi rumah secara tunai akan mengalami peningkatan pada Tahun 2017, 2018 dan 2019 dengan peluang sebesar 0,407939, 0,108657, dan 0,200522.
2. Peluang konsumen yang melakukan akuisisi rumah secara tunai bertahap akan mengalami penurunan pada Tahun 2017, 2018 dan 2019 dengan peluang sebesar 0,259636, 0,609357, dan 0,412955.
3. Peluang konsumen yang melakukan akuisisi rumah secara kredit akan mengalami peningkatan pada Tahun 2017, 2018, dan 2019 dengan peluang sebesar 0,332425, 0,281986, dan 0,386522.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka adapun saran yang dapat direkomendasikan oleh peneliti yaitu berdasarkan data yang digunakan bukan merupakan data yang dapat bertransisi, sebagai penelitian lanjutan peneliti mengharapkan agar menggunakan data yang dapat bertransisi dan mencari nilai peramalan dengan menggunakan algoritma ekspektasi maksimum untuk keadaan yang akan datang menggunakan *Latent Markov Models*.

DAFTAR PUSTAKA

- Allo G Dennis, dkk, *Analisis rantai markov untuk mengetahui peluang perpindahan merek kartu seluluer pra bayar GSM (studi kasus mahasiswa fakultas pertanian unsrat manado,)* Manado: Jurusan matematika,. FMIPA, unsrat, 2013.
- Alya, *Pelaksanaan Akuisisi oleh Perusahaan Terbuka dengan Indikasi Transaksi Material.*
- Dengah Stefandy dkk, *Analisis Pengaruh Pendapatan Perkapita dan Jumlah Penduduk Terhadap Permintaan Prumahan Kota Manado Tahun 2003-2012.*
- Departemen Agama RI, *Al-Qur'an dan Terjemahnya* (Bogor : Syahmil Qur'an, 2007)
- Ernawati, *Prediksi Pergerakan Harga IHSG Menggunakan Hidden Markov Model*, Semarang: 2015.
- Gultom Maryati dkk, *Rancang Bangun Aplikasi Pengenal Penutur Menggunakan Hidden Markov Model (HMM)*, STIMIK GI MDP.
- Hidayat Ahmad dkk, *Prediksi jumlah lulusan dan predikat kelulusan Mahasiswa FMIPA UNTAN angkatan 2013/2014 dengan metode rantai Markov.* Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya (Bimaster). 2015.
- Magidson Jay dkk, *Using mixture Latent markov models for analyzing change with londitudinal data*, University of Connecticut, 2013.
- Mahardini Ismi, *Analisis Pengaruh Harga, Pendapatan, Lokasi, dan Fasilitas Terhadap Permintaan Rumah Sederhana (Studi Kasus Puri Dinar Mas Semarang)*, Semarang: 2012.
- Muljono, Supriyanto Catur, *APLIKASI SINTESIS UJARAN BEREKRESIF (EXPESSIVE TEXT TO SPEECH) BAHASA INDONESIA MENGGUNAKAN HIDDEN MARKOV MODEL UNTUK MENDUKUNG INDUSTRI KREATIF*, Semarang: 2016.
- Mustakim dan Saputra Eki, *Aplikasi Prediksi Hasil Tanaman Pala Wija Di Kabupaten Indragiri Hilir Menggunakan Metode Markov Chains*, Jurusan Sistem Informasi Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Suska Riau, 2012.
- Nawangsari Sri dkk, *Konsep Markov Chains Untuk Menyelesaikan Prediksi Bencana Alam Di Wilayah Indonesia Dengan Studi Kasus Kotamadya*

Jakarta Utara, Jurusan Manajemen, Universitas Gunadarma, Indonesia, 2008.

Puspita Sari Dian, Toto Haryono, *Penerapan Algoritma Viterbi Pada Model Hidden Markov (HMM) Untuk Memprediksi Struktur Sekunder Protein*, Bandung. 2014.

Putri Melsi Diansa, *Model Hidden Markov Pada Prediksi Harga Beras Dan Perpindahan Konsumen Beras Di Kota Solok Provinsi Sumatera Barat*. Mahasiswa Program Magister Matematika Universitas Brawijaya Malang: 2014.

Quraiish Shihab M., *Tafsir Almishbah pesan, kesan, dan keserasian al-Qur'an*, , Jakarta: Lentera Hati, 2002.

Suryandru Rosyid, *Estimasi Model Terbaik Gempa Bumi Menggunakan Poisson Hidden Markov Models Dan Algoritma EM* (Studi Kasus: Banyaknya Gempa Bumi di Wilayah Sumatera Barat sampai Nusa Tenggara Timur), Universitas Syarif Hidayatullah Jakarta, 2015.

S Syafruddin dkk, *Aplikasi Analisis Rantai Markov untuk Memprediksi Status Pasien Rumah Sakit Umum Daerah Kabupaten Barru*.

Tiro M Arif dkk, *Pengantar Teori Peluang*, Makassar: Andira Publisher, 2008.

Yunita Arni, *Simulasi Hujan Harian Di Kota Pekanbaru Menggunakan Rantai Markov Orde Tinggi*, Jurusan Matematika Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasin Riau Pekanbaru, 2014.

Zachiroh Azmil, *APLIKASI ALGORITMA FORWARD-BACKWARD DALAM HIDDEN MARKOV MODEL UNTUK MENGANALISIS TREND PASAR SAHAM DI BURSA EFEK* (Studi Kasus Di PT Astra Argo Lestari, Tbk). 2015.

ALA UDDIN
M A K A S S A R

L

A

M

P

I

R

A

N



Lampiran A

1. Data Transaksi PT. Ghaniyun Hasanun di Propinsi Sulawesi Selatan Tahun 2014-2016

NO/Tanggal	TYPE	NO/BLOK	KET
1/4-5-2016	60/135	E1 No.01	Kredit
2/15-06-2016		E1 No.02	Kredit
3/16-6-2015		E1 No.03	Tunai Bertahap
4/07-02-205		E1 No.04	Kredit
5/27-07-2015		E1 No.05	Tunai Bertahap
6/16-12-2015		E1 No.06	tunai bertahap
7/28-04-2015		E1 No.07	Kredit
8/3-4-2015		E1 No.08	Tunai Bertahap
9/15-10-2016		E1 No.09	Kredit
10/07-10-2016		E1 No.10	Tunai Bertahap
11/1-07-2015		E1 No.11	Tunai Bertahap
12/21-06-2016		E1 No.12	Tunai Bertahap
13/16-04-2016		E2 No.01	Kredit
14/21-01-2015		E2 No.02	Kredit
15/22-07-2016		E2 No.03	Tunai
16/09-06-2015		E2 No.04	Tunai Bertahap
17/19-04-2014		E2 No.05	Tunai
18/3-11-2015		E2 No.06	Tunai Bertahap
19/18-12-2015		E2 No.07	Tunai Bertahap
20/30-09-2016		E2 No.08	Tunai
21/14-04-2015		E2 No.09	Tunai Bertahap
22/11-05-2015	50/112	E2 No.10	Kredit
23/26-06-2015		F1 No.01	Kredit
24/09/05/2016		F1 No.02	Kredit
25/17-07-2016		F1 No.03	Kredit
26/16-09-2014		F1 No.04	Tunai
27/31-10-2014		F1 No.05	Tunai Bertahap
28/10-10-2016		F1 No.06	Tunai Bertahap
29/01-12-2014		F1 No.07	Kredit
30		F1 No.08	
31/20-12-2014		F1 No.09	Tunai
32		F1 No.10	

33/28-09-2016		F1 No.11	Kredit
34/10-06-2016		F1 No.13	Tunai Bertahap
35/22-07-2016		F1 No.12	
36		F1 No.14	Tunai Bertahap
37		F1 No.16	
38/22-07-2014		F1 No.15	Tunai
39/06-04-2015		F1 No.17	Tunai Bertahap
40/07-01-2016		F1 No.18	Tunai
41/06-05-2014		F1 No.19	Tunai Bertahap
42/8-06-2016		F1 No.20	Kredit
43/20-05-2014	50/112	F2 No.01	Tunai
44/26-06-2016		F2 No.02	Kredit
45/06-08-2014		F2 No.03	Tunai Bertahap
46/24-10-2014		F2 No.04	Tunai Bertahap
47/04-01-20P16		F2 No.05	Tunai Bertahap
48/25-9-2016		F2 No.06	Tunai Bertahap
49/31-08-2016			
50			
51/21-06-2016		F2 No.08	Tunai Bertahap
52/17-01-2015		F2 No.10	Tunai Bertahap
53		F2 No.11	
54		F2 No.12	
55/11-07-2015		F2 No.13	Tunai Bertahap
56/07-04-2016		F2 No.14	Tunai Bertahap
57/16-05-2016	40/91	G1 No.01	Tunai Bertahap
58/19-08-2014		G1 No.02	Tunai
59/20-03-2015		G1 No.03	Tunai
60/18-10-2016		G1 No.04	Tunai
61/27-8-2016		G1 No.05	Tunai Bertahap
62/29-11-2015		G1 No.06	Tunai Bertahap
63/15-11-2014		G1 No.07	Tunai Bertahap
64/16-07-2016		G1 No.08	Tunai
65/05-01-2014		G1 No.09	Tunai Bertahap
66/23-9-2016		G1 No.10	Kredit
67/25-08-2015		G1 No.11	Tunai Bertahap
68/25-08-2010		G1 No.12	Tunai Bertahap

69/10-3-2016		G1 No.13	Tunai Bertahap
70/11-12-205		G1 No.14	Tunai
71/24-12-2015		G1 No.15	Tunai Bertahap
72		G1 No.16	
73/04-07-2015		G1 No.17	Kredit
74/22-07-2016		G1 No.18	Tunai Bertahap
75/07-11-2016		G1 No.19	Tunai Bertahap
76		G1 No.20	
77/07-05-2015		G1 No.21	Tunai
78		G1 No.22	
79/08-06-2016		G1 No.23	Kredit
80/14-07-2015		G1 No.24	Tunai Bertahap
81/07-04-2016	40/91	G2 No.01	Tunai Bertahap
82/07-01-2016		G2 No.02	Kredit
83/16-02-2016		G2 No.03	Tunai
84/11-03-2016		G2 No.04	Tunai Bertahap
85/04-10-2015		G2 No.05	Tunai
86/15-05-2016		G2 No.06	Tunai
87		G2 No.07-08	
88			
89/18-02-2018		G2 No.09	Tunai
90/22-07-2016		G2 No.10	Tunai Bertahap
91/05-01-2016		G2 No.11	Kredit
92/06-07-2015		G2 No.12	Kredit
93-16-09-2015		G2 No.13	Tunai Bertahap
94/07-12-2015	40/91	G3 No.01	Tunai Bertahap
95/16-12-2015		G3 No.02	Tunai Bertahap
96/15-07-2014		G3 No.03	Tunai
97/22-10-2015		G3 No.04	Tunai Bertahap
98/30-7-2016		G3 No.05	Tunai Bertahap
99/21-03-2016		G3 No.06	Kredit
100/17-10-2016		G3 No.07	Tunai Bertahap
101/08-08-2014		G3 No.08	Kredit
102/27-02-2016		G3 No.09	Kredit
103/18-08-2015		G3 No.10	Tunai Bertahap
104/02-06-2015		G3 No.11	Kredit
105/24-10-2014		G3 No.12	Kredit
106/07-10-2015		G3 No.13	Tunai Bertahap
107/05-12-2014		G3 No.14	Kredit

108/07-12-2016		G3 No.15	Kredit
109/19-10-2015		G3 No.16	Kredit
110/13-12-2014		G3 No.17	Kredit
111/22-08-2015		G3 No.18	Kredit
112/22-08-2014		G3 No.19	Kredit



Lampiran B

1. Matriks Peluang Transisi

$$P_{11} = P(X_{t+1} = 1|X_t = 1) = 0,4$$

$$P_{12} = P(X_{t+1} = 2|X_t = 1) = 0,3$$

$$P_{13} = P(X_{t+1} = 3|X_t = 1) = 0,3$$

$$P_{21} = P(X_{t+1} = 1|X_t = 2) = 0,10$$

$$P_{22} = P(X_{t+1} = 2|X_t = 2) = 0,63$$

$$P_{23} = P(X_{t+1} = 3|X_t = 2) = 0,27$$

$$P_{31} = P(X_{t+1} = 1|X_t = 3) = 0,18$$

$$P_{32} = P(X_{t+1} = 2|X_t = 3) = 0,46$$

$$P_{33} = P(X_{t+1} = 3|X_t = 3) = 0,36$$

2. Matriks Peluang Emisi

$$P_{11} = P(O_t = 1|X_t = 1) = 0,4$$

$$P_{12} = P(O_t = 2|X_t = 1) = 0,3$$

$$P_{13} = P(O_t = 3|X_t = 1) = 0,3$$

$$P_{21} = P(O_t = 1|X_t = 2) = 0,10$$

$$P_{22} = P(O_t = 2|X_t = 2) = 0,63$$

$$P_{23} = P(O_t = 3|X_t = 2) = 0,27$$

$$P_{31} = P(O_t = 1|X_t = 3) = 0,18$$

$$P_{32} = P(O_t = 2|X_t = 3) = 0,46$$

$$P_{33} = P(O_t = 3|X_t = 3) = 0,36$$

3. Vektor Peluang Awal

$$p_1(j) = \frac{\sum i}{\sum n} = \frac{20}{102} = 0,2$$

$$p_2(j) = \frac{\sum i}{\sum n} = \frac{50}{102} = 0,49$$

$$p_3(j) = \frac{\sum i}{\sum n} = \frac{32}{102} = 0,31$$

4. Algoritma Forward

Dalam algoritma forward terdapat tiga tahap yaitu:

a. Tahap Inisialisasi

$$t = 1$$

$$a_1(1) = p(j) \times B_1(1) = (0,2) \times (0,4) = 0,08$$

$$a_1(2) = p_2(j) \times B_2(1) = (0,49) \times (0,10) = 0,049$$

$$a_1(3) = p_3(j) \times B_3(1) = (0,31) \times (0,18) = 0,0558$$

b. Tahap Induksi

$$t = 2$$

$$\begin{aligned} a_2(1) &= [(a_1(1)A_{11} + (a_1(2)A_{21}) + (a_1(3)A_{31})) \times B_{12} \\ &= [(0,08)(0,4) + (0,049)(0,10) + (0,0558)(0,18)] \times (0,3) \\ &= (0,032 + 0,0049 + 0,010044) = (0,046944) \times (0,3) = \end{aligned}$$

$$0,0140832$$

$$\begin{aligned} a_2(2) &= [(a_1(1)A_{12} + (a_1(2)A_{22}) + (a_1(3)A_{32})) \times B_{22} \\ &= [(0,08)(0,3) + (0,049)(0,63) + (0,0558)(0,46)] \times (0,63) \\ &= (0,024 + 0,03087 + 0,025668) \times (0,63) = 0,050739 \end{aligned}$$

$$a_2(3) = [(a_1(1)A_{13} + (a_1(2)A_{23}) + (a_1(3)A_{33})) \times B_{32}$$

$$= [(0,08)(0,3) + (0,049)(0,27) + (0,0558)(0,36)] \times (0,46)$$

$$= (0,024 + 0,01323 + 0,020088) \times (0,46) = 0,026366$$

$$t = 3$$

$$a_3(1) = [(a_2(1)A_{11} + (a_2(2)A_{21}) + (a_2(3)A_{31}))] \times B_{13}$$

$$=$$

$$[(0,0140832)(0,4) + (0,050739)(0,10) + (0,026366)(0,18)] \times (0,3)$$

$$= 0,004636$$

$$a_3(2) = [(a_2(1)A_{12} + (a_2(2)A_{22}) + (a_2(3)A_{32}))] \times B_{23}$$

$$= [(0,014083)(0,3) + (0,050739)(0,63) + (0,026366)(0,46)] \times$$

$$(0,27)$$

$$= 0,013046$$

$$a_3(3) = [(a_2(1)A_{13} + (a_2(2)A_{23}) + (a_2(3)A_{33}))] \times B_{33}$$

$$= [(0,014083)(0,3) + (0,050739)(0,27) + (0,026366)(0,36)] \times$$

$$(0,36)$$

$$= 0,00987$$

c. Tahap terminasi

$$P(O = Tunai, tunai bertahap, kredit|\lambda) = \sum_{i=1}^3 a_T(i)$$

$$= a_3(1) + a_3(2) + a_3(3)$$

$$= 0,004636 + 0,013046 + 0,00987$$

$$= 0,027552$$

5. Algoritma Backward

Dalam algoritma backward terdapat tiga tahapan antara lain:

a. Tahap Inisialisasi

$$t = 1$$

$$\beta_3(1) = \beta_3(2) = \beta_3(3) = 1$$

b. Tahap Induksi

$$t = 2$$

$$\begin{aligned}\beta_2(1) &= [(B_1(3) \times \beta_3(1) \times A_{11}) + (B_2(3) \times \beta_3(2) \times A_{12}) + (B_3(3) \\ &\quad \times \beta_3(3) \times A_{13})]\end{aligned}$$

$$= (0,3 \times 1 \times 0,4) + (0,27 \times 1 \times 0,3) + (0,36 \times 1 \times 0,3)$$

$$= (0,12 + 0,081 + 0,108) = 0,309$$

$$\begin{aligned}\beta_2(2) &= [(B_1(3) \times \beta_3(1) \times A_{21}) + (B_2(3) \times \beta_3(2) \times A_{22}) + (B_3(3) \\ &\quad \times \beta_3(3) \times A_{23})]\end{aligned}$$

$$= (0,3 \times 1 \times 0,10) + (0,27 \times 1 \times 0,63) + (0,36 \times 1 \times 0,27)$$

$$= (0,03 + 0,1701 + 0,0972) = 0,2973$$

$$\begin{aligned}\beta_2(3) &= [(B_1(3) \times \beta_3(1) \times A_{31}) + (B_2(3) \times \beta_3(2) \times A_{32}) + (B_3(3) \\ &\quad \times \beta_3(3) \times A_{33})]\end{aligned}$$

$$= (0,3 \times 1 \times 0,18) + (0,27 \times 1 \times 0,46) + (0,36 \times 1 \times 0,36)$$

$$= (0,054 + 0,1242 + 0,1296) = 0,3078$$

$$t = 3$$

$$\begin{aligned}\beta_1(1) &= [(B_1(2) \times \beta_2(1) \times A_{11}) + (B_2(2) \times \beta_2(2) \times A_{12}) + (B_3(2) \\ &\quad \times \beta_2(3) \times A_{13})]\end{aligned}$$

$$= (0,3 \times 0,309 \times 0,4) + (0,63 \times 0,2973 \times 0,3) + (0,46 \times 0,3078 \times 0,3)$$

$$= (0,03708 + 0,056189 + 0,042476) = 0,135746$$

$$\beta_1(2) = [(B_1(2) \times \beta_2(1) \times A_{21}) + (B_2(2) \times \beta_2(2) \times A_{22}) + (B_3(2) \times \beta_2(3) \times A_{23})]$$

$$= (0,3 \times 0,309 \times 0,10) + (0,63 \times 0,2973 \times 0,63) + (0,46 \times 0,3078 \times 0,27)$$

$$= (0,00927 + 0,1115 + 0,117998) = 0,165497$$

$$\beta_1(3) = [(B_1(2) \times \beta_2(1) \times A_{31}) + (B_2(2) \times \beta_2(2) \times A_{32}) + (B_3(2) \times \beta_2(3) \times A_{33})]$$

$$= (0,3 \times 0,309 \times 0,18) + (0,63 \times 0,2973 \times 0,46) + (0,46 \times 0,3078 \times 0,36)$$

$$= (0,016686 + 0,086157 + 0,050971) = 0,153815$$

c. Tahap Terminasi

$$\begin{aligned} P(O = kredit, tunai bertahap, tunai | \lambda) &= \sum_{i=1}^3 b_i(1) P_i \beta_1(i) \\ &= (\beta_1(1) P_1(j) B_1(1)) + (\beta_1(2) P_2(j) B_2(1)) + (\beta_1(3) P_3(j) B_3(1)) \\ &= (0,135746 \times 0,2 \times 0,4) + (0,165497 \times 0,49 \times 0,10) + \\ &\quad (0,153815 \times 0,31 \times 0,18) \\ &= 0,027552 \end{aligned}$$

6. Algoritma Baum Welch

t = 1

$$\xi_1(1,1) = \frac{a_1(1) A_{11} B_1(3) \beta_2(1)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,08 \times 0,4 \times 0,3 \times 0,309}{0,027552} = 0,107666$$

$$\xi_1(1,2) = \frac{a_1(1)A_{12}B_2(3)\beta_2(2)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,08 \times 0,3 \times 0,27 \times 0,2973}{0,027552} = 0,069923$$

$$\xi_1(1,3) = \frac{a_1(1)A_{13}B_3(3)\beta_2(3)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,08 \times 0,3 \times 0,36 \times 0,3078}{0,027552} = 0,096523$$

$$\xi_1(2,1) = \frac{a_1(2)A_{21}B_1(3)\beta_2(1)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,049 \times 0,10 \times 0,3 \times 0,309}{0,027552} = 0,016486$$

$$\begin{aligned}\xi_1(2,2) &= \frac{a_1(2)A_{22}B_2(3)\beta_2(2)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,049 \times 0,63 \times 0,27 \times 0,2973}{0,027552} \\ &= 0,089938\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\xi_1(2,3) &= \frac{a_1(2)A_{23}B_3(3)\beta_2(3)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,049 \times 0,27 \times 0,36 \times 0,3078}{0,027552} \\ &= 0,053208\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\xi_1(3,1) &= \frac{a_1(3)A_{31}B_1(3)\beta_2(1)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,0558 \times 0,18 \times 0,3 \times 0,309}{0,027552} \\ &= 0,033794\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\xi_1(3,2) &= \frac{a_1(3)A_{32}B_2(3)\beta_2(2)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,0558 \times 0,46 \times 0,27 \times 0,2973}{0,027552} \\ &= 0,074782\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\xi_1(3,3) &= \frac{a_1(3)A_{33}B_3(3)\beta_2(3)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,0558 \times 0,36 \times 0,36 \times 0,3078}{0,027552} \\ &= 0,08079\end{aligned}$$

t = 2

$$\begin{aligned}\xi_2(1,1) &= \frac{a_2(1)A_{11}B_1(2)\beta_3(1)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,014084 \times 0,4 \times 0,3 \times 1}{0,027552} \\ &= 0,008326\end{aligned}$$

$$\xi_2(1,2) = \frac{a_2(1)A_{12}B_2(2)\beta_3(2)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,014084 \times 0,3 \times 0,63 \times 1}{0,027552}$$

$$= 0,015988$$

$$\xi_2(1,3) = \frac{a_2(1)A_{13}B_3(2)\beta_3(3)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,014084 \times 0,3 \times 0,46 \times 1}{0,027552}$$

$$= 0,01086$$

$$\xi_2(2,1) = \frac{a_2(2)A_{21}B_1(2)\beta_3(1)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,050739 \times 0,10 \times 0,3 \times 1}{0,027552} = 0,0075$$

$$\xi_2(2,2) = \frac{a_2(2)A_{22}B_2(2)\beta_3(2)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,050739 \times 0,63 \times 0,63 \times 1}{0,027552}$$

$$= 0,120965$$

$$\xi_2(2,3) = \frac{a_2(2)A_{23}B_3(2)\beta_3(3)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,050739 \times 0,27 \times 0,46 \times 1}{0,027552}$$

$$= 0,035181$$

$$\xi_2(3,1) = \frac{a_2(3)A_{31}B_1(2)\beta_3(1)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,026366 \times 0,18 \times 0,3 \times 1}{0,027552}$$

$$= 0,007015$$

$$\xi_2(3,1) = \frac{a_2(3)A_{32}B_2(2)\beta_3(2)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,026366 \times 0,46 \times 0,63 \times 1}{0,027552}$$

$$= 0,045897$$

$$\xi_2(3,3) = \frac{a_2(3)A_{33}B_3(2)\beta_3(2)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,026366 \times 0,36 \times 0,46 \times 1}{0,027552}$$

$$= 0,024376$$

t = 3

$$\xi_3(1,1) = \frac{a_3(1)A_{11}B_1(1)\beta_1(1)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,004636 \times 0,4 \times 0,4 \times 0,135746}{0,027552}$$

$$= 0,026922$$

$$\xi_3(1,2) = \frac{a_3(1)A_{12}B_2(1)\beta_1(2)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,004636 \times 0,3 \times 0,10 \times 0,165497}{0,027552}$$

$$= 0,005048$$

$$\xi_3(1,3) = \frac{a_3(1)A_{13}B_3(1)\beta_1(3)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,004636 \times 0,3 \times 0,18 \times 0,153815}{0,027552}$$

$$= 0,009086$$

$$\xi_3(2,1) = \frac{a_3(2)A_{21}B_1(1)\beta_1(1)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,013046 \times 0,10 \times 0,4 \times 0,135746}{0,027552}$$

$$= 0,01894$$

$$\xi_3(2,2) = \frac{a_3(2)A_{22}B_2(1)\beta_1(2)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,013046 \times 0,63 \times 0,18 \times 0,165497}{0,027552}$$

$$= 0,029831$$

$$\xi_3(2,3) = \frac{a_3(2)A_{23}B_3(1)\beta_1(3)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,013046 \times 0,27 \times 0,10 \times 0,153815}{0,027552}$$

$$= 0,023013$$

$$\xi_3(3,1) = \frac{a_3(3)A_{31}B_1(1)\beta_1(1)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,005999 \times 0,18 \times 0,25 \times 0,135746}{0,027552}$$

$$= 0,025792$$

$$\xi_3(3,2) = \frac{a_3(3)A_{32}B_2(1)\beta_1(2)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,005999 \times 0,46 \times 0,05 \times 0,165497}{0,027552}$$

$$= 0,016478$$

$$\xi_3(3,3) = \frac{a_3(3)A_{33}B_3(1)\beta_1(3)}{P(O|\lambda)} = \frac{0,005999 \times 0,36 \times 0,10 \times 0,153815}{0,027552}$$

$$= 0,023213$$

$$t = 1$$

$$\gamma_1(1) = [(0,107666) + (0,069923) + (0,096523)] = 0,274111$$

$$\gamma_1(2) = [(0,016486) + (0,089938) + (0,053298)] = 0,159633$$

$$\gamma_1(3) = [(0,033794) + (0,074782) + (0,08079)] = 0,189365$$

$$t = 2$$

$$\gamma_2(1) = [(0,008326) + (0,015988) + (0,01085)] = 0,035165$$

$$\gamma_2(2) = [(0,0075) + (0,120965) + (0,035181)] = 0,163646$$

$$\gamma_2(3) = [(0,007015) + (0,045879) + (0,024376)] = 0,077288$$

$$t = 3$$

$$\gamma_3(1) = [(0,026922) + (0,005048) + (0,009086)] = 0,031084$$

$$\gamma_3(2) = [(0,01894) + (0,029831) + (0,023013)] = 0,034867$$

$$\gamma_3(3) = [(0,025792) + (0,016478) + (0,023213)] = 0,038278$$

$$\hat{a}_{ij} = \frac{\text{peluang jumlah perpindahan dari state } i \text{ ke state } j}{\text{peluang jumlah perpindahan state } j}$$

$$\hat{a}_{11} = \frac{0,107666 + 0,008326 + 0,026922}{0,274111 + 0,035165 + 0,041056} = 0,407939$$

$$\hat{a}_{12} = \frac{0,069923 + 0,015988 + 0,005048}{0,274111 + 0,035165 + 0,041056} = 0,259636$$

$$\hat{a}_{13} = \frac{0,096523 + 0,01085 + 0,009086}{0,274111 + 0,035165 + 0,041056} = 0,332425$$

$$\hat{a}_{21} = \frac{0,016486 + 0,0075 + 0,01894}{0,0159633 + 0,163646 + 0,071784} = 0,108657$$

$$\hat{a}_{22} = \frac{0,089938 + 0,120965 + 0,035181}{0,0159633 + 0,163646 + 0,071784} = 0,609357$$

$$\hat{a}_{23} = \frac{0,053208 + 0,035181 + 0,023013}{0,0159633 + 0,163646 + 0,071784} = 0,281986$$

$$\hat{a}_{31} = \frac{0,033794 + 0,007015 + 0,024376}{0,189365 + 0,077288 + 0,065484} = 0,200522$$

$$\hat{a}_{32} = \frac{0,074782 + 0,045897 + 0,024376}{0,189365 + 0,077288 + 0,065484} = 0,412955$$

$$\hat{a}_{33} = \frac{0,08079 + 0,024376 + 0,023213}{0,189365 + 0,077288 + 0,065484} = 0,386522$$

$$\hat{b}_i(j) = \frac{P(\text{jumlah perpindahan state } j \text{ dan pengamatan simbol } v_t)}{\text{Peluang jumlah perpindahan state } j}$$

$$\hat{b}_{11} = \frac{0,274111 + 0}{0,274111 + 0,035163 + 0,041056} = 0,782433$$

$$\hat{b}_{12} = \frac{0,035163 + 0}{0,274111 + 0,035163 + 0,041056} = 0,100375$$

$$\hat{b}_{13} = \frac{0,041056 + 0}{0,274111 + 0,035163 + 0,041056} = 0,117191$$

$$\hat{b}_{21} = \frac{0 + 0,159633}{0,159633 + 0,163646 + 0,071784} = 0,404069$$

$$\hat{b}_{22} = \frac{0 + 0,163646}{0,159633 + 0,163646 + 0,071784} = 0,414228$$

$$\hat{b}_{23} = \frac{0 + 0,071784}{0,159633 + 0,163646 + 0,071784} = 0,181703$$

$$\hat{b}_{31} = \frac{0,189365 + 0}{0,189365 + 0,077288 + 0,065484} = 0,570142$$

$$\hat{b}_{32} = \frac{0,077288 + 0}{0,189365 + 0,077288 + 0,065484} = 0,232698$$

$$\hat{b}_{33} = \frac{0,065484 + 0}{0,189365 + 0,077288 + 0,065484} = 0,19716$$

TIM VALIDASI PROGRAM STUDI MATEMATIKA

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Kampus II : Jalan Sultan Alauddin No. 36, Romang Polong, Gowa. Telp:(0411) 8221400

SURAT KEPRANGAN

VALIDASI PENILAIAN KELAYAKAN DAN SUKSES PROGRAM

No : 057 / Val / M / 378 / 2017

Yang beranda tugas di bawah ini Tim Validasi penilaian kelayakan dan
keberhasilan program mahasiswa Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan
Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar menanggapi bahwa
kelayakan Mahasiswa tersebut adalah :

Nama : Husein

Nim : 60240112001

Judul Karya ilmiah :

" Studi dan Pengembangan Aplikasi Kelayakan Pembiayaan dari Persepsi

Asas-asas Akadiah dan Hukum Islam Studi Kasus: Penerapan Syariah Finance

Market Mafid "

Penelitian ini telah dilakukan dengan baik dan benar dengan menggunakan metode
berdasarkan dengan isi penelitian yang telah

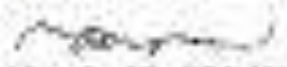
Diteliti serta kelayakan ini dapat untuk digunakan sebagai
sebagai

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
MAKASSAR

Makassar, 11 - 06 - 2017

Kapita Tim Validasi

Program Studi Matematika


Adnan Saadik, S.Pd, M.Pd



TIM VALIDASI PROGRAM STUDI
MATEMATIKA
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Kampus II : Jalan Sultan Alauddin No. 36, Romang Polong, Gowa. Telp:(0411) 8221400

Lampiran C: Data Transaksi PT.Ghaniyun Hasanun Tahun 2014-2016

	Tunai	Tunai Bertahap	Kredit	Jumlah
2014	8	6	6	20
2015	4	24	10	38
2016	8	20	16	44
Jumlah	20	50	32	102

Lampiran II: Program dan Output Hasil Uji Matlab

$A = [0.4 \ 0.3 \ 0.3 ; 0.10 \ 0.63 \ 0.27 ; 0.18 \ 0.46 \ 0.36]$

Matriks Peluang Transisi

0.4000 0.3000 0.3000

0.1000 0.6300 0.2700

0.1800 0.4600 0.3600

$B = [0.40 \ 0.30 \ 0.30 ; 0.10 \ 0.63 \ 0.27 ; 0.18 \ 0.46 \ 0.36]$

Matriks Peluang Emisi

0.4000 0.3000 0.3000

0.1000 0.6300 0.2700

0.1800 0.4600 0.3600



TIM VALIDASI PROGRAM STUDI MATEMATIKA

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Kampus II : Jalan Sultan Alauddin No. 36, Romang Polong, Gowa. Telp:(0411) 8221400

$$P = [0.2 ; 0.49 ; 0.31]$$

Vektor Peluang Awal

$$0.2000 \quad 0.4900 \quad 0.3100$$

Algoritma Forward

Tahap Inisialisasi

$$t = 1$$

$$a_1(1) = p_1(j) \times B_1(1)$$

$$a_1(2) = p_2(j) \times B_2(1)$$

$$a_1(3) = p_3(j) \times B_3(1)$$

$$0.08 \quad 0.049 \quad 0.0558$$

Tahap Rekursi

$$t = 2$$

$$a_2(1) = [(a_1(1)A_{11} + (a_1(2)A_{21}) + (a_1(3)A_{31})) \times B_{12}$$

$$a_2(1) = [(a_1(1)A_{11} + (a_1(2)A_{21}) + (a_1(3)A_{31})) \times B_{12}$$

$$a_2(3) = [(a_1(1)A_{13} + (a_1(2)A_{23}) + (a_1(3)A_{33})) \times B_{32}$$

$$0.014083 \quad 0.050739 \quad 0.026366$$

$t = 3$

$$a_3(1) = [(a_2(1)A_{11} + (a_2(2)A_{21}) + (a_2(3)A_{31})] \times B_{13}$$

$$a_3(2) = [(a_2(1)A_{12} + (a_2(2)A_{22}) + (a_2(3)A_{32})] \times B_{23}$$

$$a_3(3) = [(a_2(1)A_{13} + (a_2(2)A_{23}) + (a_2(3)A_{33})] \times B_{33}$$

0.004636 0.013046 0.00987

Tahap Terminasi

$$P(O = Tunai, tunai bertahap, kredit|\lambda) = a_3(1) + a_3(2) + a_3(3)$$

0.027552

Algoritma Backward

Tahap Inisialisasi

$t = 1$

$b_3(1)=1$

$b_3(2)=1$

$b_3(3)=1$

1 1 1

Tahap induksi

$t = 2$

$$\beta_2(1) = [(B_1(3) \times \beta_3(1) \times A_{11}) + (B_2(3) \times \beta_3(2) \times A_{12}) + (B_3(3) \times \beta_3(3) \times A_{13})$$



TIM VALIDASI PROGRAM STUDI MATEMATIKA

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Kampus II : Jalan Sultan Alauddin No. 36, Romang Polong, Gowa. Telp:(0411) 8221400

$$\beta_2(2) = [(B_1(3) \times \beta_3(1) \times A_{21}) + (B_2(3) \times \beta_3(2) \times A_{22}) + (B_3(3) \times \beta_3(3) \times A_{23})$$

$$\beta_2(3) = [(B_1(3) \times \beta_3(1) \times A_{31}) + (B_2(3) \times \beta_3(2) \times A_{32}) + (B_3(3) \times \beta_3(3) \times A_{33})$$

0.309 0.2973 0.3078

t=3

$$\beta_1(1) = [(B_1(2) \times \beta_2(1) \times A_{11}) + (B_2(2) \times \beta_2(2) \times A_{12}) + (B_3(2) \times \beta_2(3) \times A_{13})$$

$$\beta_1(2) = [(B_1(2) \times \beta_2(1) \times A_{21}) + (B_2(2) \times \beta_2(2) \times A_{22}) + (B_3(2) \times \beta_2(3) \times A_{23})$$

$$\beta_1(3) = [(B_1(2) \times \beta_2(1) \times A_{31}) + (B_2(2) \times \beta_2(2) \times A_{32}) + (B_3(2) \times \beta_2(3) \times A_{33})$$

0.135746 0.165497 0.153815

Tahap Terminasi

$$P(O = kredit, tunai bertahap, tunai | \lambda) = (\beta_1(1)P_1(j)B_1(1)) \\ + (\beta_1(2)P_2(j)B_2(1)) + (\beta_1(3)P_3(j)B_3(1))$$

0.027552



TIM VALIDASI PROGRAM STUDI MATEMATIKA

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Kampus II : Jalan Sultan Alauddin No. 36, Romang Polong, Gowa. Telp:(0411) 8221400

Algoritma Baum Welch

Nilai Prediksi untuk Variabel Baru

t = 1

$$\xi_1(1,1) = \frac{a_1(1)A_{11}B_1(3)\beta_2(1)}{P(O|\lambda)}$$

$$\xi_1(1,2) = \frac{a_1(1)A_{12}B_2(3)\beta_2(2)}{P(O|\lambda)}$$

$$\xi_1(1,3) = \frac{a_1(1)A_{13}B_3(3)\beta_2(3)}{P(O|\lambda)}$$

$$\xi_1(2,1) = \frac{a_1(2)A_{21}B_1(3)\beta_2(1)}{P(O|\lambda)}$$

$$\xi_1(2,2) = \frac{a_1(2)A_{22}B_2(3)\beta_2(2)}{P(O|\lambda)}$$

$$\xi_1(2,3) = \frac{a_1(2)A_{23}B_3(3)\beta_2(3)}{P(O|\lambda)}$$

$$\xi_1(3,1) = \frac{a_1(3)A_{31}B_1(3)\beta_2(1)}{P(O|\lambda)}$$

$$\xi_1(3,2) = \frac{a_1(3)A_{32}B_2(3)\beta_2(2)}{P(O|\lambda)}$$

$$\xi_1(3,3) = \frac{a_1(3)A_{33}B_3(3)\beta_2(3)}{P(O|\lambda)}$$

0.107666 0.069923 0.096523

0.089938 0.053208 0.033794

0.033794 0.074782 0.08079

$t = 2$

$$\xi_2(1,1) = \frac{a_2(1)A_{11}B_1(2)\beta_3(1)}{P(O|\lambda)}$$

$$\xi_2(1,2) = \frac{a_2(1)A_{12}B_2(2)\beta_3(2)}{P(O|\lambda)}$$

$$\xi_2(1,3) = \frac{a_2(1)A_{13}B_3(2)\beta_3(3)}{P(O|\lambda)}$$

$$\xi_2(2,1) = \frac{a_2(2)A_{21}B_1(2)\beta_3(1)}{P(O|\lambda)}$$

$$\xi_2(2,2) = \frac{a_2(2)A_{22}B_2(2)\beta_3(2)}{P(O|\lambda)}$$

$$\xi_2(2,3) = \frac{a_2(2)A_{23}B_3(2)\beta_3(3)}{P(O|\lambda)}$$

$$\xi_2(3,1) = \frac{a_2(3)A_{31}B_1(2)\beta_3(1)}{P(O|\lambda)}$$

$$\xi_2(3,2) = \frac{a_2(3)A_{32}B_2(2)\beta_3(2)}{P(O|\lambda)}$$

$$\xi_2(3,3) = \frac{a_2(3)A_{33}B_3(2)\beta_3(2)}{P(O|\lambda)}$$

0.008326	0.015988	0.01086
0.0075	0.120965	0.035181
0.007015	0.045897	0.024376

$t = 3$

$$\xi_3(1,1) = \frac{a_3(1)A_{11}B_1(1)\beta_1(1)}{P(O|\lambda)}$$

$$\xi_3(1,2) = \frac{a_3(1)A_{12}B_2(1)\beta_1(2)}{P(O|\lambda)}$$

$$\xi_3(1,3) = \frac{a_3(1)A_{13}B_3(1)\beta_1(3)}{P(O|\lambda)}$$

$$\xi_3(2,1) = \frac{a_3(2)A_{21}B_1(1)\beta_1(1)}{P(O|\lambda)}$$

$$\xi_3(2,2) = \frac{a_3(2)A_{22}B_2(1)\beta_1(2)}{P(O|\lambda)}$$

$$\xi_3(2,3) = \frac{a_3(2)A_{23}B_3(1)\beta_1(3)}{P(O|\lambda)}$$

$$\xi_3(3,1) = \frac{a_3(3)A_{31}B_1(1)\beta_1(1)}{P(O|\lambda)}$$

$$\xi_3(3,2) = \frac{a_3(3)A_{32}B_2(1)\beta_1(2)}{P(O|\lambda)}$$

$$\xi_3(3,3) = \frac{a_3(3)A_{33}B_3(1)\beta_1(3)}{P(O|\lambda)}$$

0.026922 0.005048 0.026922

0.01894 0.029831 0.023013

0.025792 0.016478 0.023213

Nilai Prediksi untuk Vektor peluang Awal

t = 1

$$\gamma_1(1) = \xi_1(1,1) + \xi_1(1,2) + \xi_1(1,3)$$

$$\gamma_1(2) = \xi_1(2,1) + \xi_1(2,2) + \xi_1(2,3)$$

$$\gamma_1(3) = \xi_1(3,1) + \xi_1(3,2) + \xi_1(3,3)$$

0.274111

0.159633

0.189365

t = 2

$$\gamma_2(1) = \xi_2(1,1) + \xi_2(1,2) + \xi_2(1,3)$$

$$\gamma_2(2) = \xi_2(2,1) + \xi_2(2,2) + \xi_2(2,3)$$

$$\gamma_3(3) = \xi_2(3,1) + \xi_2(3,1) + \xi_2(3,3)$$

0.035165

1.163646

0.077288

t = 3

$$\gamma_3(1) = \xi_3(1,1) + \xi_3(1,2) + \xi_3(1,3)$$

$$\gamma_3(2) = \xi_3(2,1) + \xi_3(2,2) + \xi_3(2,3)$$

$$\gamma_3(3) = \xi_3(3,1) + \xi_3(3,1) + \xi_3(3,3)$$

0.031084

0.034867

0.038278

Nilai Prediksi Matriks peluang Transisi

$$\hat{a}_{11} = \frac{\xi_1(1,1) + \xi_2(1,1) + \xi_3(1,1)}{\gamma_1(1) + \gamma_2(1) + \gamma_3(1)}$$

$$\hat{a}_{12} = \frac{\xi_1(1,2) + \xi_2(1,2) + \xi_3(1,2)}{\gamma_1(1) + \gamma_2(1) + \gamma_3(1)}$$

$$\hat{a}_{13} = \frac{\xi_1(1,3) + \xi_2(1,3) + \xi_3(1,3)}{\gamma_1(1) + \gamma_2(1) + \gamma_3(1)}$$

$$\hat{a}_{21} = \frac{\xi_1(2,1) + \xi_2(2,1) + \xi_3(2,1)}{\gamma_1(2) + \gamma_2(2) + \gamma_3(2)}$$

$$\hat{a}_{22} = \frac{\xi_1(2,2) + \xi_2(2,2) + \xi_3(2,2)}{\gamma_1(2) + \gamma_2(2) + \gamma_3(2)}$$

$$\hat{a}_{23} = \frac{\xi_1(2,3) + \xi_2(2,3) + \xi_3(2,3)}{\gamma_1(2) + \gamma_2(2) + \gamma_3(2)}$$

$$\hat{a}_{31} = \frac{\xi_1(3,1) + \xi_2(3,1) + \xi_3(3,1)}{\gamma_1(3) + \gamma_2(3) + \gamma_3(3)}$$

$$\hat{a}_{32} = \frac{\xi_1(3,2) + \xi_2(3,2) + \xi_3(3,2)}{\gamma_1(3) + \gamma_2(3) + \gamma_3(3)}$$

$$\hat{a}_{33} = \frac{\xi_1(3,3) + \xi_2(3,3) + \xi_3(3,3)}{\gamma_1(3) + \gamma_2(3) + \gamma_3(3)}$$

0.407939 0.259636 0.332425

0.108657 0.609357 0.281986

0.200522 0.412955 0.386522

Nilai Prediksi Matriks Emisi

$$\hat{b}_{11} = \frac{\gamma_1(1) + 0}{\gamma_1(1) + \gamma_2(1) + \gamma_3(1)}$$

$$\hat{b}_{12} = \frac{\gamma_2(1) + 0}{\gamma_1(1) + \gamma_2(1) + \gamma_3(1)}$$

$$\hat{b}_{13} = \frac{\gamma_3(1) + 0}{\gamma_1(1) + \gamma_2(1) + \gamma_3(1)}$$

$$\hat{b}_{21} = \frac{0 + \gamma_1(2)}{\gamma_1(2) + \gamma_2(2) + \gamma_3(2)}$$

$$\hat{b}_{22} = \frac{0 + \gamma_2(2)}{\gamma_1(2) + \gamma_2(2) + \gamma_3(2)}$$

$$\hat{b}_{23} = \frac{0 + \gamma_2(3)}{\gamma_1(2) + \gamma_2(2) + \gamma_3(2)}$$

$$\hat{b}_{31} = \frac{\gamma_3(1) + 0}{\gamma_1(3) + \gamma_2(3) + \gamma_3(3)}$$

$$\hat{b}_{32} = \frac{\gamma_3(2) + 0}{\gamma_1(3) + \gamma_2(3) + \gamma_3(3)}$$

$$\hat{b}_{33} = \frac{\gamma_3(3) + 0}{\gamma_1(3) + \gamma_2(3) + \gamma_3(3)}$$

0,782433 0.100376 0.117191

0.404069 0.414228 0.181703

0.570142 0.232698 0.19716



TIM VALIDASI PROGRAM STUDI MATEMATIKA

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Kampus II : Jalan Sultan Alauddin No. 36, Romang Polong, Gowa. Telp:(0411) 8221400

RIWAYAT HIDUP



Hasnaeni lahir di Berru Teko 14 Februari 1993 Desa Sanrego, Kec. Kahu, Kab. Bone, anak kelima dari pasangan suami istri Abbas dan Hj. A. Hasna. Kedua orangtua bekerja sebagai: ayah seorang petani dan ibu seorang ibu rumah tangga, ia menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar (SD) pada Tahun 2005 di MI NO.64 BERRU TEKNO, kemudian melanjutkan pendidikannya di Sekolah Menengah Pertama (SMP) pada Tahun 2005 dan menyelesaikannya pada Tahun 2008, dan masuk ke Sekolah Menengah Atas (SMA) pada tahun 2008 dan menyelesaikan pendidikannya pada Tahun 2011. Kemudian ia tidak melanjutkan pendidikannya selama kurang lebih 1 tahun dan pernah bekerja di PT. Matahari Putra Prima Tbk kurang lebih 9 bulan.

Pada Tahun 2012 ia melanjutkan pendidikannya di Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, dengan jurusan Matematika Sains dan Teknologi, hingga sekarang.